



**Universidade de  
Aveiro**  
Ano 2018

Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e  
Informática

**JOSÉ LUÍS SEIXAS  
DUARTE MELO**

***Vessel Monitoring Systems (VMS) - Monitorização da  
atividade de pesca via satélite***

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, realizada sob a orientação científica do Doutor Nuno Borges de Carvalho, Professor Catedrático do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

Apoio financeiro da  
XSEALENCE – Sea Technologies S.A.



Aos meus pais, a quem devo tudo o que sou e sei.  
À minha mãe, onde busquei a resiliência para levar a bom porto  
este empreendimento.

“Great is the art of beginning, but greater is the art of ending.”  
Henry Longfellow





## **o júri**

Presidente

**Prof. Doutor Armando Carlos Domingues da Rocha**  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogal - Arguente Principal

**Prof. Doutor Sérgio Ivan Fernandes Lopes**  
Professor Adjunto Convidado da Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Vogal - Orientador

**Prof. Doutor Nuno Miguel Gonçalves Borges de Carvalho**  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Esta dissertação foi desenvolvida em total sobreposição à minha atividade profissional.

Nesta fase do meu percurso e idade foi totalmente inesperado ver-me a braços com um desafio académico desta natureza.

O presente trabalho surgiu de um convite lançado pelo CEO da XSEALENCE, Eng.º Fernando Moreira, aos colaboradores da empresa e que eu aceitei sem hesitar (pelo menos na altura) motivado pelo desafio pessoal.

Pela oportunidade de regressar à minha universidade e ao meu departamento, de até reencontrar colegas de curso e acima de tudo de revisitar as melhores memórias da minha juventude, lhe agradeço infinitamente.

Procurei com este trabalho corresponder à visão e generosidade que estiveram na base deste seu desafio.

Agradeço igualmente ao Prof. Nuno Borges de Carvalho, meu orientador, pela generosidade com que me acolheu e aceitou a minha proposta de trabalho, pela forma como me incentivou e se disponibilizou desde a primeira hora para me guiar neste caminho para mim tortuoso e pela latitude e tolerância com que sabiamente encarou os meus prolongados hiatos.



**palavras-chave**

VMS, *Vessel Monitoring Systems*, Monitorização satélite da atividade de pesca, MONICAP, monitorização de navios, monitorização, controlo e fiscalização da pesca.

**resumo**

A dissertação analisa os sistemas de monitorização via satélite da atividade de pesca - *Vessel Monitoring System* (VMS) - atualmente em uso nas principais frotas de pesca mundiais. Começando por enquadrar a sua necessidade, descrevendo a relevância global da pesca, os seus problemas e ameaças e os desafios da regulação e fiscalização desta atividade, descreve em seguida com maior detalhe os seus componentes, tecnologias utilizadas e funcionalidade, a forma como surgiram no mundo e o contributo pioneiro de Portugal. Aborda depois a forma como evoluíram no mundo em termos de âmbito e competências. Por fim analisa as atuais oportunidades de evolução tecnológica dos sistemas VMS, identificando áreas e temas de investigação e desenvolvimento relevantes para o futuro dos sistemas VMS.



**keywords**

VMS, Vessel Monitoring Systems, Satellite monitoring of fishing activity, MONICAP, vessel monitoring, fisheries monitoring, control and surveillance.

**abstract**

The dissertation analyzes the satellite-based fishing activity monitoring systems - Vessel Monitoring System (VMS) - currently in use in the world's main fishing fleets.

Beginning by framing their need, describing the global relevance of ocean fisheries, its problems and threats, and its regulation and control challenges; it presents next in more detail the VMS components, technologies and functionality, the way they emerged in the world and Portugal's pioneering contribution.

It then addresses how they have evolved in the world in terms of scope and competencies.

Finally, it analyzes current VMS technological evolution opportunities, identifying research and development areas and themes relevant to the future of VMS systems.





# Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos da dissertação	1
1.2	Estrutura da dissertação	2
1.3	Sobre o autor	2
1.4	Citações e referências	3
<b>2</b>	<b>PORQUÊ AS PESCAS</b>	<b>4</b>
2.1	A relevância da atividade	4
2.1.1	A importância dos oceanos	4
2.1.2	Capturas globais	5
2.1.3	Evolução do Consumo	6
2.1.4	Caracterização da frota de pesca mundial	8
2.2	Ameaças e problemas da pesca	12
2.2.1	Sustentabilidade	12
2.2.2	Estado das pescarias	13
2.2.3	Outras ameaças	15
2.2.4	Gestão dos Oceanos e a Agenda 2030	15
2.3	Desafios da regulação e fiscalização	18
2.3.1	A macro regulação do espaço marítimo	18
2.3.2	Fronteiras marítimas	24
2.3.2.1	Evolução das fronteiras marítimas	24
2.3.2.2	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar	25
2.3.2.3	Extensão da plataforma continental portuguesa	28
2.3.3	Para lá das Fronteiras	31
2.3.3.1	O papel das ORGP na regulação da pesca em águas internacionais	32

2.3.3.2	Outras Ameaças e Respostas	34
2.3.4	Regulação nacional	35
2.3.4.1	Regulação em Portugal	35
2.3.4.2	Regulação na União Europeia	36
2.3.4.3	Regulação nos Estados Unidos da América	40
<b>3</b>	<b>MONITORIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PESCA VIA SATÉLITE</b>	<b>44</b>
<b>3.1</b>	<b>Vessel Monitoring Systems</b>	<b>45</b>
3.1.1	Arquitetura	46
3.1.2	Unidade Móvel	47
3.1.2.1	Configuração física e lógica	47
3.1.2.2	Componentes da Unidade Móvel:	51
3.1.2.3	Corrosão galvânica	57
3.1.3	Satélites no espaço (The sky above us)	61
3.1.3.1	Que satélites?	61
3.1.3.2	Satélites miniaturizados para investigação espacial	67
3.1.3.3	Micro, nano e pico satélites	67
3.1.3.4	Is Satellite the new black?	69
3.1.3.5	Nova corrida ao espaço ou apenas satélites para todos?	71
3.1.4	Sistemas globais de navegação por satélite (GNSS)	72
3.1.4.1	Princípio de funcionamento	73
3.1.4.2	Principais fontes de erro	74
3.1.4.3	Sistemas GNSS em operação	79
3.1.4.4	Constelações regionais	87
3.1.4.5	Sistemas GNSS híbridos (posicionamento + comunicações)	87
3.1.4.6	GNSS Assistido (Augmented GNSS)	89
3.1.4.7	Sistemas alternativos ao GNSS	91
3.1.4.8	Interoperabilidade	91
3.1.4.9	Dinâmica da evolução dos sistemas de navegação	92
3.1.4.10	Conclusões	93

3.1.5	Sistemas de comunicações satélite móveis	96
3.1.5.1	Aspetos a considerar na avaliação e seleção de um sistema de comunicações satélite	98
3.1.5.2	Operadores de redes de comunicações satélite móveis.	100
3.1.5.3	Inmarsat plc	101
3.1.5.4	Iridium Communications Inc.	105
3.1.6	Centro de Controlo	109
3.1.6.1	Arquitetura	109
3.1.6.2	Módulos e funcionalidade	110
<b>3.2</b>	<b>Portugal pioneiro mundial</b>	<b>112</b>
3.2.1	O papel de Portugal no nascimento dos sistemas VMS	112
3.2.2	Sistema MONICAP	115
<b>4</b>	<b>EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS VMS</b>	<b>118</b>
<b>4.1</b>	<b>Sustentabilidade da atividade de pesca</b>	<b>118</b>
4.1.1	Diários de Pesca Electrónicos	118
4.1.2	Projeto SHEEL - Secure and Harmonised European Electronic Logbook	119
4.1.3	Gestão das capturas	121
4.1.4	Pesca acessória e descartes	121
<b>4.2</b>	<b>Hierarquia de sistemas (VMS, MCS, Gestão da Pesca)</b>	<b>122</b>
4.2.1	Sistemas de Monitorização Controlo e Vigilância	123
4.2.2	Sistema de Gestão da Pesca	124
4.2.2.1	Gestão de Pesca	124
4.2.2.2	Investigação da Pesca	125
4.2.2.3	Fiscalização da Pesca	126
4.2.2.4	Indústria de Pesca	126
4.2.2.5	Visão holística da gestão da pesca	126
<b>4.3</b>	<b>Cooperação entre sistemas VMS</b>	<b>127</b>

4.3.1	Modelos para o fluxo de informação entre a embarcação e os CVP	127
4.3.1.1	Modelo UE	128
4.3.1.2	Programa europeu de gestão integrada de dados das pescas (IFDM)	129
<b>4.4</b>	<b>Integração com outros sistemas de fiscalização complementares</b>	<b>130</b>
4.4.1	Inspetores das pescas	130
4.4.2	Meios patrulha	132
<b>4.5</b>	<b>Integração com sistemas de monitorização/deteção complementares</b>	<b>133</b>
4.5.1	Integração com VTS	133
4.5.2	Integração de Teledeteção/Vessel Detection System (VDS)	134
<b>5</b>	<b>OPORTUNIDADES DE EVOLUÇÃO FUTURA DOS SISTEMAS VMS</b>	<b>137</b>
<b>5.1</b>	<b>Meios de comunicações alternativos ao satélite (aspetos da regulação, redes de comunicações, novos modelos fiscalização)</b>	<b>137</b>
5.1.1	Regulamentação	137
5.1.2	Licenciamento	138
5.1.3	Redes de comunicações alternativas	138
<b>5.2</b>	<b>Novos segmentos de embarcações (impacto nas soluções tecnológicas)</b>	<b>139</b>
5.2.1	Monitorização das embarcações de pesca artesanal	140
5.2.2	Modelos de fiscalização	140
5.2.3	Redes de comunicações públicas sem custos	141
<b>5.3</b>	<b>Integração com futuros Sistemas de Monitorização do Espaço Marítimo</b>	<b>141</b>
5.3.1	Transponders universais	142
5.3.2	Serviço universal de localização e identificação de navios	143
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>144</b>
<b>6.1</b>	<b>Revisitando objetivos da dissertação</b>	<b>144</b>
<b>6.2</b>	<b>Monitorização e controlo da atividade humana no espaço marítimo</b>	<b>145</b>

<b>6.3</b>	<b>Relevância das TICE para o mar</b>	<b>145</b>
<b>6.4</b>	<b>O mar como oportunidade de desenvolvimento económico novo</b>	<b>147</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>148</b>

# Lista de Figuras

<i>Figura 2.1</i> Evolução das quantidades mundiais de produção de pescado capturado e da aquacultura	6
<i>Figura 2.2</i> Evolução da população e do consumo de pescado	7
<i>Figura 2.3</i> Produção e consumo global de pescado proveniente das pescas e da aquacultura	7
<i>Figura 2.4</i> Distribuição das embarcações de pesca por região (2016)	9
<i>Figura 2.5</i> Proporção de embarcações de pesca com e sem motor (2016)	10
<i>Figura 2.6</i> Distribuição da frota de pesca motorizada por regiões (2016)	11
<i>Figura 2.7</i> Proporção da frota de pesca motorizada por comprimento e regiões (2016)	11
<i>Figura 2.8</i> Tendência global do estado das pescarias	13
<i>Figura 2.9</i> Percentagem de unidades populacionais pescadas a níveis sustentáveis e insustentáveis por área estatística FAO	14
<i>Figura 2.10</i> ONU Agenda 2030 – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº14	16
<i>Figura 2.11</i> ONU Conferência dos Oceanos	17
<i>Figura 2.12</i> Mapa com regiões marítimas regulamentadas para efeitos de pesca	24
<i>Figura 2.13</i> Extensão da plataforma continental portuguesa	29
<i>Figura 2.14</i> EPC - Campanhas de aquisição de dados técnico-científicos	30
<i>Figura 2.15</i> ROV Luso e sala de operações a bordo do navio de missão	31
<i>Figura 2.16</i> Mapa das águas internacionais no mundo	32
<i>Figura 2.17</i> –Áreas de convenção de ORGP	33
<i>Figura 2.18</i> – A UE em números	37
<i>Figura 2.19</i> Conselhos Regionais de Gestão das Pescas dos EUA	41
<i>Figura 2.21</i> Estatísticas de pesca nos EUA	42
<i>Figura 2.22</i> A economia dos EUA gera US \$ 208 mil milhões em vendas de empresas norte-americanas nos sectores de pesca comercial e recreativa.	42
<i>Figura 3.1</i> Sistemas VMS	45
<i>Figura 3.2</i> Arquitetura de um Sistema VMS	46
<i>Figura 3.3</i> EMC para instalação na cabine (indoor) - Configurações típicas	49
<i>Figura 3.4</i> EMC para instalação no mastro (outdoor) - Configurações típicas	49
<i>Figura 3.5</i> Exemplo de módulo GPS	51
<i>Figura 3.6</i> Exemplos de módulos externos de comunicações satélite	52
<i>Figura 3.7</i> Exemplos de módulos internos de comunicações satélite	52
<i>Figura 3.8</i> Exemplos de módulos de controlo e processamento	53
<i>Figura 3.9</i> Marcação CE	56
<i>Figura 3.10</i> Tabela de classes de proteção IP	57
<i>Figura 3.11</i> Tabela – Série galvânica de alguns metais e ligas imersos em água do mar	58

<i>Figura 3.12 Exemplos de corrosão galvânica (ânodos).</i>	59
<i>Figura 3.13 Exemplo de aplicação de ânodos de sacrifício</i>	60
<i>Figura 3.14 Satélites artificiais a orbitar a Terra</i>	62
<i>Figura 3.15 Tempo de vida útil dos satélites ativos</i>	63
<i>Figura 3.16 Países de origem e usos dos satélites ativos</i>	63
<i>Figura 3.17 Classes de Órbita dos Satélites</i>	65
<i>Figura 3.18 Classes de órbita e Utilizadores</i>	66
<i>Figura 3.19 Exemplos de picosatélites (CubeSat, CanSat)</i>	68
<i>Figura 3.20 Cada satélite tem cerca de um metro de diâmetro e pesa menos de 150 kg</i>	71
<i>Figura 3.21 Exemplo de determinação da posição a partir das distâncias a 3 satélites</i>	73
<i>Figura 3.22 Exemplos de geometria com um valor de PDOP menor (melhor) e maior (pior).</i>	75
<i>Figura 3.23 Indicadores de diluição de precisão (DOP-Dilution Of Precision)</i>	75
<i>Figura 3.24 Exemplo com monitorização em tempo real da diluição de precisão para 3 constelações de satélites GNSS num ponto do globo (elevação <math>\geq 5^\circ</math>)</i>	76
<i>Figura 3.25 Atrasos de propagação por refrações na atmosfera.</i>	77
<i>Figura 3.26 Importância das diferentes fontes de erro no cálculo da distância do recetor ao satélite</i>	79
<i>Figura 3.27 Três constelações GNSS</i>	79
<i>Figura 3.28 GPS, GLONASS e Galileo - Bandas de frequência dos sinais de navegação</i>	80
<i>Figura 3.29 Cronograma da evolução dos satélites do GLONASS.</i>	82
<i>Figura 3.30 Sinais de navegação do sistema GLONASS</i>	83
<i>Figura 3.32 Os satélites Galileo 23-26 a serem colocados no topo do seu lançador Ariane 5,</i>	84
<i>Figura 3.33 Sinais de navegação do sistema Galileo</i>	85
<i>Figura 3.34 Constelação do sistema BeiDou</i>	86
<i>Figura 3.35 Sinais de navegação do sistema BeiDou</i>	87
<i>Figura 3.36 Galileo SAR - Serviço Forward Link (FL) e Return Link (RL)</i>	89
<i>Figura 3.37 Satélite Galileo – Transponder SAR</i>	89
<i>Figura 3.38 Alguns SBAS regionais em operação ou previstos.</i>	90
<i>Figura 3.39 Terminais de comunicações satélite dos diferentes sistemas Inmarsat</i>	102
<i>Figura 3.40 Constelação dos satélites Inmarsat-3 em órbita geoestacionária</i>	103
<i>Figura 3.41 Mapa de cobertura dos satélites Inmarsat-3 em órbita geoestacionária</i>	104
<i>Figura 3.42 Esquema geral do sistema de comunicações Inmarsat-C</i>	105
<i>Figura 3.43 Constelação Iridium</i>	106
<i>Figura 3.44 Estrutura de um satélite Iridium e exemplo de brilho Iridium(Iridium Flare)por reflexão da luz solar</i>	107
<i>Figura 3.45 a)Satélite Iridium Next b) 10 satélites Iridium Next agregados para lançamento</i>	107
<i>Figura 3.46 Arquitetura de um Centro de Controlo VMS distribuído</i>	109
<i>Figura 3.47 Exemplo de interface de utilizador para o operador de Centro de Controlo VMS</i>	111

<i>Figura 3.48 Exemplos de módulos funcionais de um Centro de Controlo VMS</i>	112
<i>Figura 3.49 - Protótipo de Caixa MONICAP</i>	113
<i>Figura 3.50 – Navio Noruega do IPMA</i>	113
<i>Figura 3.51 – Caixa MONICAP 1G - Primeira versão industrial - 1992</i>	114
<i>Figura 3.52 – Sistema MONICAP – Recortes de imprensa</i>	114
<i>Figura 3.53 – Caixa MONICAP 2G - Segunda versão industrial - 1995</i>	115
<i>Figura 3.54 – Caixa MONICAP 3G - Terceira versão industrial – 2007</i>	116
<i>Figura 3.55 – Exemplos de instalações de Caixas MONICAP 3G - 2009</i>	116
<i>Figura 3.56 – Histórico da atividade de desenvolvimento tecnológico do sistema MONICAP</i>	117
<i>Figura 4.1 Exemplo de aplicação de DPE embarcada - SeaCatch™</i>	119
<i>Figura 4.2 Proj. SHEEL - Protótipo de Relatórios de Pesca Eletrónicos,</i>	120
<i>Figura 4.3 Hierarquia de sistemas</i>	123
<i>Figura 4.4 Gestão sustentável da pesca</i>	127
<i>Figura 4.5 Fluxo de informação entre navio e CVP.</i>	128
<i>Figura 4.6 EU FLUX Esquema do fluxo de informação sobre pescas entre diferentes entidades</i>	130
<i>Figura 4.7. Acesso móvel ao CC VMS para suporte às equipas de inspeção no terreno</i>	131
<i>Figura 4.8. Integração dos meios de patrulha com CC VMS</i>	132
<i>Figura 4.9 Integração VMS – VTS (AIS)</i>	133
<i>Figura 4.10 Integração VMS – VTS (AIS)</i>	134
<i>Figura 4.11 Imagens do protótipo para integração de dados VMS/VDS desenvolvido no projeto IMPAST</i>	135
<i>Figura 5.1 Mapa com distribuição dos locais das transmissões VMS</i>	139



# Acrónimos e Abreviaturas

**AECF/EFCA** Agência Europeia de Controlo das Pescas / European Fisheries Control Agency  
**AESM/EMSA** Agência Europeia de Segurança Marítima / European Maritime Safety Agency  
**AIS** Automatic Identification System  
**BeiDou** Navigation Satellite System (BDS). Sistema GNSS Chinês.  
**CC** Centro de Controlo  
**CVP** Centro de Vigilância de Pescas  
**CDMA** Code Division Multiple Access, ou Acesso Múltiplo por Divisão de Código  
**CEE** Comunidade Económica Europeia  
**CE** Comissão Europeia  
**CICTA/CICAA/ICCAT** Comissão Internacional para a Conservação dos Tunídeos do Atlântico  
**CNUDM/UNCLOS** Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar / United Nations Convention on the Law of the Sea  
**COTS** Commercial Off-The-Shelf  
**COSPAS-SARSAT** Search And Rescue Satellite-Aided Tracking.  
**DG MARE** Direção Geral para os Assuntos Marítimos e Pescas / Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries  
**DGRM** Direção-Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos  
**DOP** Dilution Of Precision  
**DPE** Diários de Pesca Eletrónicos  
**EGNOS** European Geostationary Navigation Overlay Service  
**ELT** Emergency Locator Transmitters  
**EMEPC** Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental  
**EPC** Extensão da Plataforma Continental  
**EPIRB** Emergency Position-Indicating Radio Beacon  
**FAO** Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura / Food and Agriculture Organization  
**FDMA** Frequency Division Multiple Access, ou Múltiplo Acesso por Divisão de Frequência  
**FLUX** Fisheries Language for Universal eXchange  
**FMC** Fisheries Monitoring Center  
**Galileo** GNSS da UE (GSA)  
**GBAS** Ground-Based Augmentation System  
**GDOP** Geometric Dilution Of Precision  
**GEO** Geostationary Earth Orbit  
**GLONASS** Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya (GNSS da Federação Russa)  
**GMDSS** Global Maritime Distress and Safety System (OMI)  
**GNSS** Global Navigation Satellite System  
**GPS** GlobalPositioning System / NAVSTAR (GNSS dos EUA)  
**GSA** european Global navigation Satellite systems (AgencyAgência europeia GNSS)  
**HDOP** Horizontal Dilution Of Precision  
**HEO** Highly Elliptical Orbit  
**IFDM** Integrated Fisheries Data Management  
**IFM** Integrated Fisheries Management  
**INN/IUU** Pesca Ilegal Não Reportada e Não Regulamentada / Illegal, Unreported and Unregulated fishing  
**IOC** Initial Operational Capability / Capacidade Operacional Inicial  
**IPOA-IUU** International Plan of Action to Prevent, Deter and Eliminate IUU Fishing  
**IRNSS(NavIC)** Indian Regional Navigation Satellite System (Índia)  
**LEO** Low Earth Orbit  
**LRIT** Long Range Identification and Tracking of ships

**MCV/MCS** Monitorização, Controlo e Vigilância / Monitoring, Control and Surveillance  
**MEO** Medium Earth Orbit  
**MEOSAR** Medium-altitude Earth Orbiting Satellite System for Search and Rescue  
**MONICAP** MONitorização Contínua das Atividades de Pesca  
**NAVSTAR** NAVigation Satellite with Time And Ranging. Nome oficial do GPS norte-americano.  
**NMEA** National Marine Electronics Association  
**NMFS** National Marine Fisheries Service (NMFS)  
**NOAA** National Oceanic and Atmospheric Administration  
**OEM** Original Equipment Manufacturer  
**OMI/IMO** Organização Marítima Internacional (ONU)  
**ONU/UN** Organização das Nações Unidas  
**OOSA** UN Office for Outer Space Affairs (Agência das Nações Unidas para o Espaço Exterior)  
**ORGP/RFO** Organização Regional de Gestão Pesca / Regional Fisheries Management Organization  
**PDOP** Position Dilution Of Precision  
**PLB** Personal Locator Beacon  
**PSMA** FAO Agreement on Port State Measures to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing  
**QZSS** Quasi-Zenith Satellite System (Japão)  
**RMS/MSY** Rendimento Máximo Sustentável / Maximum Sustainable Yield  
**SAR** Search And Rescue  
**SART** Search And Rescue Transponder  
**SBAS** Satellite-Based Augmentation Systems  
**SIFICAP** Sistema Integrado de vigilância, Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca  
**SOLAS** Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar / Safety of Life at Sea  
**SSAS** Ship Security Alert System  
**Transcetor/Transrecetor** Transmissor-recetor  
**Transponder** *Transmitter-responder*  
**TDOP** Time Dilution Of Precision  
**UE** União Europeia  
**UN/CEFACT** United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business  
**VDOP** Vertical Dilution Of Precision  
**VMS** Vessel Monitoring System  
**VTs** Vessel Traffic Service  
**VDS** Vessel Detection System  
**WAAS** Wide Area Augmentation System  
**ZEE** Zona Económica Exclusiva

# 1 Introdução

## *1.1 Objetivos da dissertação*

A elaboração desta dissertação acontece 30 anos depois de ter ingressado na Universidade de Aveiro para cursar a licenciatura em Eng<sup>a</sup> Eletrónica e de Telecomunicações. Tendo já explicado na secção de agradecimentos como surgiu esta oportunidade e porque abracei este compromisso em abstrato, procuro agora enquadrar a motivação para o tema da dissertação e dos tópicos nela abordados.

Em jeito de farol de orientação geral para este trabalho, a que pudesse recorrer quer na fase inicial de consolidação do tema da dissertação quer depois na procura de um registo ou lógica de discurso coerente, procurei que este trabalho se enquadrasse no esforço geral de divulgação e sensibilização da comunidade académica (professores e alunos) para **o enorme potencial de oportunidades de criação de valor que o universo marítimo encerra.**

Focando-me no exemplo específico dos sistemas VMS, procurei simultaneamente **homenagear** o papel pioneiro à escala mundial do estado português no recurso a tecnologias de navegação e comunicação via satélite para a monitorização da atividade de pesca e **divulgar** este exemplo de inovação tecnológica de referência internacional, na esperança de que possa inspirar as gerações que estão neste momento a fazer os seus percursos académicos.

## ***1.2 Estrutura da dissertação***

A dissertação começa por caracterizar a relevância global da atividade de pesca bem como os problemas e ameaças que coloca. Em contraponto a estas ameaças, são apresentadas as agências internacionais e os seus instrumentos de regulação dos espaços marítimos. São também descritos os desafios da regulação e fiscalização que se colocam nas respostas aos problemas e ameaças identificados.

A dissertação foca-se em seguida nos sistemas VMS, detalhando as tecnologias envolvidas nos diferentes componentes destes sistemas, em particular as integradas na unidade embarcada ou terminal VMS, que incluem tecnologias de navegação e de comunicação por satélite.

É então analisada a evolução dos sistemas VMS, desde o papel pioneiro de Portugal na sua introdução e desenvolvimento até aos novos usos e capacidades dos sistemas VMS modernos.

São posteriormente analisados os desafios e oportunidades de evolução tecnológica destes sistemas, nomeadamente a possibilidade do recurso a meios de comunicações alternativos ao satélite e as adaptações necessárias para viabilizar a extensão dos sistemas VMS a novos segmentos de embarcações.

A dissertação termina concluindo que no contexto da corrida aos oceanos a que hoje assistimos é possível antecipar a oportunidade de extensão do âmbito de aplicação das tecnologias e dos sistemas desenvolvidos no contexto dos sistemas VMS, como resposta para as exigências atuais e futuras, de um controlo mais abrangente da atividade humana no espaço marítimo, numa perspetiva de maior proteção e segurança de pessoas e bens e de melhor gestão e conservação dos oceanos.

## ***1.3 Sobre o autor***

Licenciado em Engenharia Eletrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro.

Pós-graduado em Marketing e Negócios Internacionais pelo INDEG/ISCTE.

Iniciou atividade profissional em 1993 no INESC em Lisboa, no Centro de Comunicações Móveis e Pessoais.

Em 2001 transitou para o INOV INESC Inovação como coordenador da unidade de Gestão de Frotas e Navegação e posteriormente exerceu funções como coordenador da área de negócios Monitorização, Controlo e Navegação.

Em 2014 iniciou atividade na Xsealence - Sea Technologies SA, empresa criada por spin-off da área de Tecnologias para o Mar do INOV.

Atualmente é administrador na Xsealence - Sea Technologies SA.

Durante todo o percurso profissional, esteve sempre ligado ao desenvolvimento e evolução do sistema MONICAP (MONItorização Contínua da Atividade de Pesca), o sistema português de monitorização via satélite das atividades da pesca.

O MONICAP foi o sistema VMS (Vessel Monitoring System) pioneiro a nível mundial, facto que o tornou a referência da legislação europeia de fiscalização de atividades de pesca.

O sistema MONICAP tem uma forte componente de atividade internacional, encontrando-se em operação em vários países que monitorizam diariamente centenas de embarcações de pesca, sendo uma solução de referência em termos mundiais.

## ***1.4 Citações e referências***

A Universidade de Aveiro não adota oficialmente qualquer estilo ou norma para a realização de citações e referências bibliográficas.

Para as citações em texto e correspondente lista final de referências bibliográficas, a presente dissertação segue a norma portuguesa de documentação e informação NP 405, que tem por referência a norma internacional ISO 690:1987.

As citações em texto são feitas recorrendo a notas de rodapé.

## **2 Porquê as pescas**

Os sistemas de monitorização via satélite da atividade de pesca surgiram pela primeira vez no início dos anos 90 e desde então afirmaram-se como uma ferramenta incontornável na temática da proteção e gestão dos recursos marinhos.

Neste capítulo introdutório são abordados aspetos específicos da atividade de pesca e do contexto em que ela se desenvolve para melhor compreensão dos desafios que estão na génese dos sistemas VMS e aos quais procuram dar resposta.

### ***2.1 A relevância da atividade***

A pesca é provavelmente a mais antiga atividade económica que o homem desenvolve no espaço marítimo. É curiosamente a única atividade de captura de animais selvagens que ainda persiste à escala global.

Muitas populações de estados costeiros e arquipelágicos dependem da pesca como principal fonte de acesso a proteína.

#### **2.1.1 A importância dos oceanos**

A Organização das Nações Unidas (ONU), no âmbito da cimeira mundial de 2015 para o desenvolvimento sustentável, lista para a temática dos Oceanos os seguintes factos<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> ONU - *2015 Time for Global Action for People and Planet - Sustainable Development Goals – Fact Sheet*

- Os oceanos cobrem três-quartos da superfície da Terra, contêm 97% da água do planeta e representam 99% da vida no planeta em termos de volume;
- Mundialmente, o valor de mercado dos recursos marinhos e costeiros e das indústrias é de 3 bilhões de dólares por ano ou cerca de 5% do PIB (produto interno bruto) global;
- Mundialmente, os níveis de captura de peixes estão próximos da capacidade de produção dos oceanos, com 80 milhões de toneladas de peixes pescados;
- Os Oceanos contêm cerca de 200 mil espécies identificadas, mas os números reais podem estar na ordem dos milhões;
- Os oceanos absorvem cerca de 30% do dióxido de carbono produzido por humanos, amortecendo os impactos do aquecimento global;
- Os Oceanos são a maior fonte de proteína do mundo, com mais de 3 mil milhões de pessoas dependendo dos oceanos como fonte primária de alimentação;
- Pesca marinha direta ou indiretamente emprega mais de 200 milhões de pessoas;
- Subsídios para a pesca contribuem para a rápida diminuição de várias espécies de peixes e limitam os esforços para salvar e restaurar a pesca mundial e empregos relacionados, causando redução de 50 mil milhões de dólares em pesca nos oceanos por ano;
- 40% dos oceanos do mundo são altamente afetados pelas atividades humanas, incluindo poluição, diminuição de pesca e perda de habitats costeiros.

### **2.1.2 Capturas globais**

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) revela no seu relatório mais recente sobre o estado das pescas e aquacultura mundiais<sup>2</sup> que as quantidades globais de pescado capturado no mar mais do que quadruplicaram nos últimos 60 anos (fig. 2.1) tendo estabilizado em cerca de 80 mil milhões de

---

<sup>2</sup> FAO - *FAO - The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*

toneladas/ano. Os valores da primeira venda atingiram em 2016 um valor total de 130 mil milhões USD.

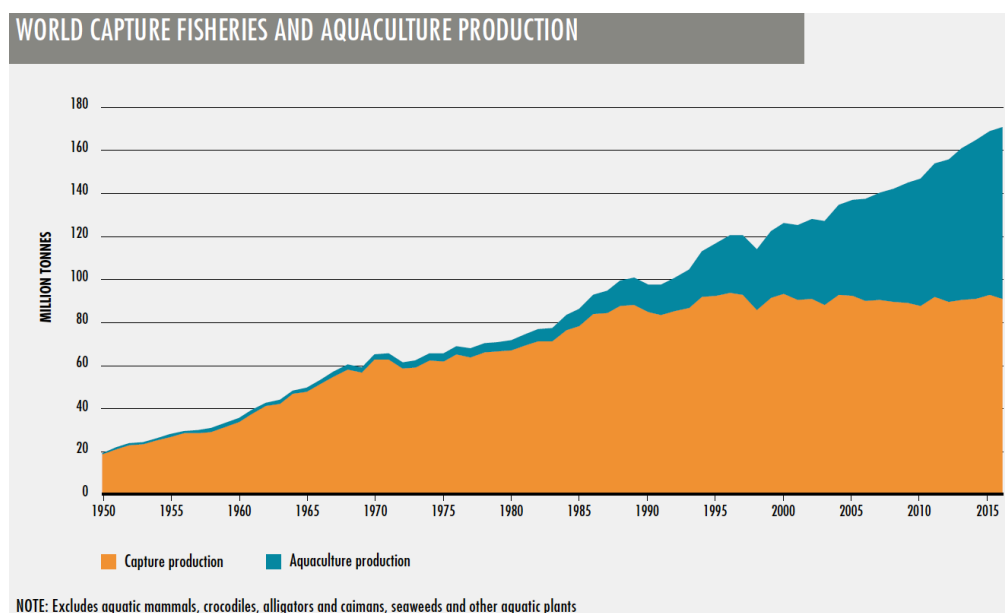


Figura 2.1 Evolução das quantidades mundiais de produção de pescado capturado e da aquacultura  
Fonte: FAO - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*

### 2.1.3 Evolução do Consumo

Tendo a população mundial evoluído de cerca de 2,5 mil milhões em 1950 para os atuais 7 mil milhões podemos constatar que neste mesmo período, o consumo de peixe evoluiu de 6 kg para 20 kg per capita (fig. 2.2).



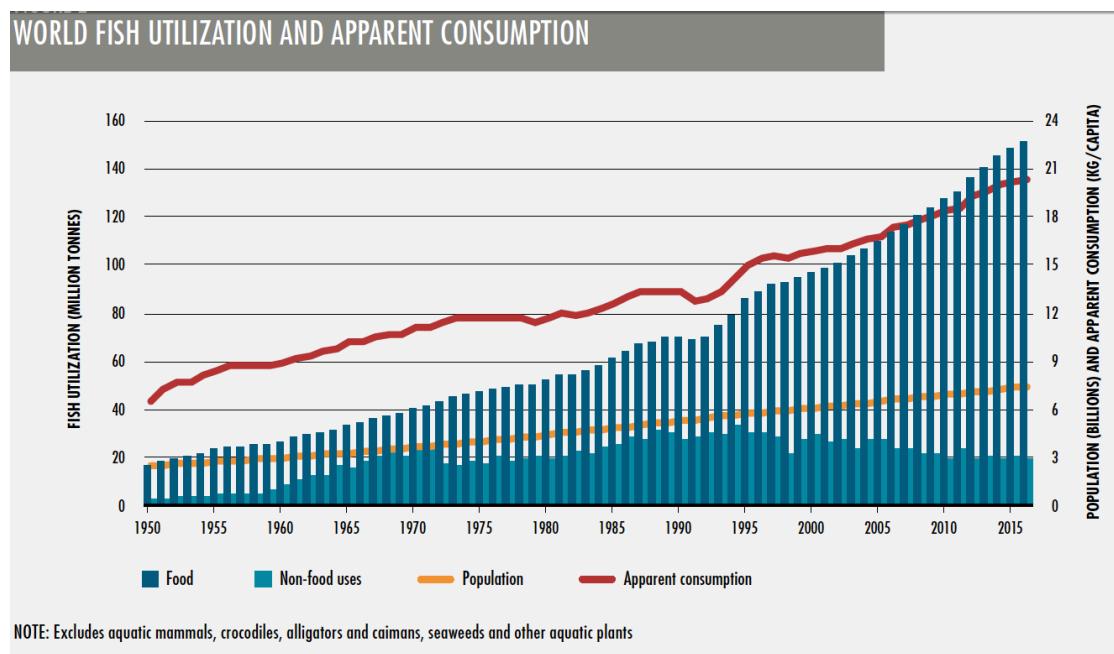


Figura 2.2 Evolução da população e do consumo de pescado  
Fonte: FAO - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*

A aquicultura tem acompanhado o crescimento do consumo atingindo um pico em 2016 e valores de produção agregados semelhantes aos das capturas efetuadas no mar (fig. 2.3).

#### WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE PRODUCTION AND UTILIZATION (MILLION TONNES)<sup>a</sup>

Category	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Production</b>						
Capture						
Inland	10.7	11.2	11.2	11.3	11.4	11.6
Marine	81.5	78.4	79.4	79.9	81.2	79.3
<b>Total capture</b>	<b>92.2</b>	<b>89.5</b>	<b>90.6</b>	<b>91.2</b>	<b>92.7</b>	<b>90.9</b>
Aquaculture						
Inland	38.6	42.0	44.8	46.9	48.6	51.4
Marine	23.2	24.4	25.4	26.8	27.5	28.7
<b>Total aquaculture</b>	<b>61.8</b>	<b>66.4</b>	<b>70.2</b>	<b>73.7</b>	<b>76.1</b>	<b>80.0</b>
<b>Total world fisheries and aquaculture</b>	<b>154.0</b>	<b>156.0</b>	<b>160.7</b>	<b>164.9</b>	<b>168.7</b>	<b>170.9</b>
<b>Utilization<sup>b</sup></b>						
Human consumption	130.0	136.4	140.1	144.8	148.4	151.2
Non-food uses	24.0	19.6	20.6	20.0	20.3	19.7
Population (billions) <sup>c</sup>	7.0	7.1	7.2	7.3	7.3	7.4
Per capita apparent consumption (kg)	18.5	19.2	19.5	19.9	20.2	20.3

<sup>a</sup> Excludes aquatic mammals, crocodiles, alligators and caimans, seaweeds and other aquatic plants.

<sup>b</sup> Utilization data for 2014–2016 are provisional estimates.

<sup>c</sup> Source of population figures: UN, 2015e.

Figura 2.3 Produção e consumo global de pescado proveniente das pescas e da aquicultura  
Fonte: FAO - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*

Em 2015, o peixe representou cerca de 17% da proteína animal consumida pela população global. Além disso, o peixe representou quase 20 % da ingestão per capita média de proteína animal para cerca de 3,2 mil milhões de habitantes - afirma-se no mesmo relatório.

No futuro, considerando as projeções para a evolução da população mundial para as próximas décadas<sup>3</sup>, é fácil antecipar a importância económica e social que a atividade de pesca deverá manter como meio de sustento e de acesso a proteína.

#### **2.1.4 Caracterização da frota de pesca mundial**

Para melhor se compreenderem os desafios práticos de regulação e fiscalização da atividade das embarcações de pesca é relevante ter presente alguns aspetos da frota mundial em termos dos seus números, da sua distribuição regional e parâmetros que balizam a sua capacidade de pesca<sup>4</sup> tais como o comprimento e meio de propulsão.

Em 2016 a FAO estima existirem no mundo um total de 4,6 milhões de embarcações de pesca.

Geograficamente a região asiática representa 75% da frota global (3,5 milhões de embarcações de pesca) seguindo-se África com 14% e a subregião da América Latina e Caraíbas com 7% (fig. 2.4).

---

<sup>3</sup> 8,5 mil milhões em 2030 e 9,7 mil milhões em 2050.

*ONU - UN World Population Prospects 2017.*

<sup>4</sup> O comprimento da embarcação pode ser usado como um majorante para a volumetria da embarcação ou arqueação bruta e por consequência para a capacidade de pesca, isto é, a quantidade de pescado que é possível recolher a bordo bem como a autonomia, ou seja, a duração e extensão das viagens de pesca, por via das necessidades logísticas básicas como combustível e água potável.

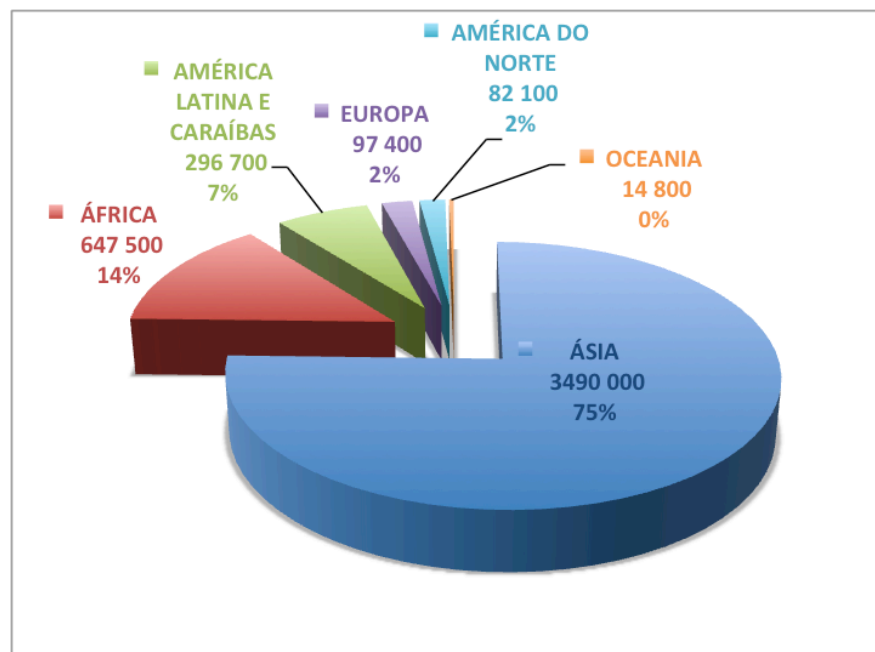


Figura 2.4 Distribuição das embarcações de pesca por região (2016)  
 Fonte: Autor baseado nos dados de "FAO - The State of World Fisheries and Aquaculture 2018"

A figura 2.5 mostra a proporção entre embarcações motorizadas e não motorizadas por regiões. Cerca de 60% da frota mundial é composta por embarcações motorizadas (2,8 milhões). Esta proporção média é muito influenciada pelo peso da Ásia e varia muito para cada região sendo particularmente assimétrica em África onde apenas 25% da sua frota é motorizada. A Europa seguida pela América do Norte, tem a percentagem mais elevada de embarcações com motor.

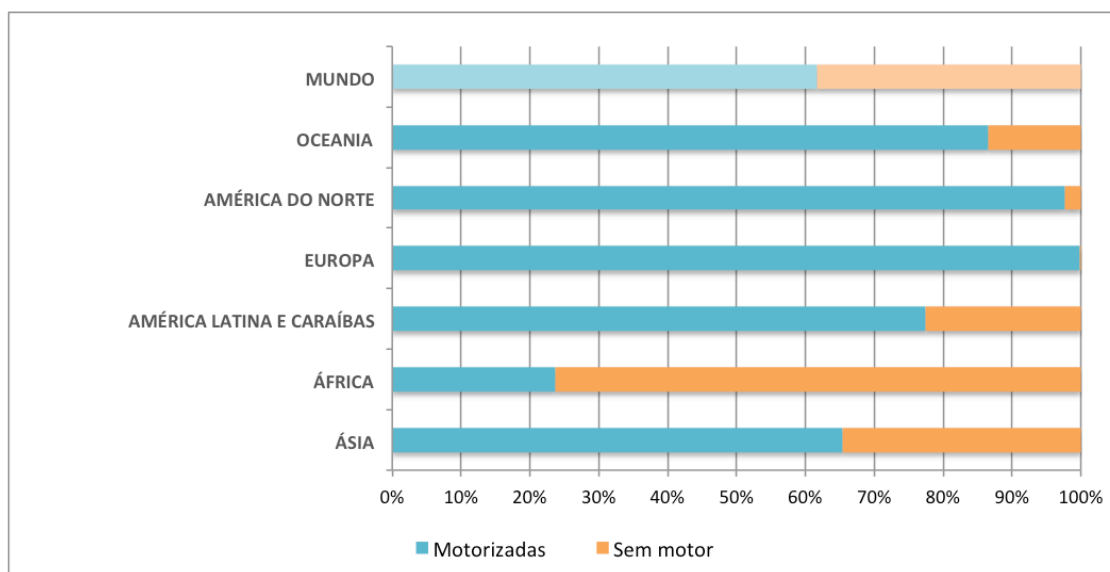


Figura 2.5 Proporção de embarcações de pesca com e sem motor (2016)  
 Fonte: Autor baseado nos dados de "FAO - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*"

As embarcações sem motor (1,8 milhões) correspondem na sua maioria a embarcações não cabinadas e de comprimento fora a fora inferior a 12 metros. Apesar da sua importância económica e social, trata-se de um segmento relativo ao qual a informação estatística disponível tem menos rigor, pois o registo deste tipo de embarcações é muitas vezes inexistente. A sua relevância resulta do facto de estar tipicamente associado à atividade de pesca artesanal que é crítica como fonte primária de subsistência e nutrição para as comunidades costeiras.

A frota motorizada distribui-se de forma desigual pelo globo (fig. 2.6), com a Ásia a assegurar quase 80% da frota mundial com 2,2 milhões de embarcações seguida pela América Latina e Caraíbas com 230 mil.

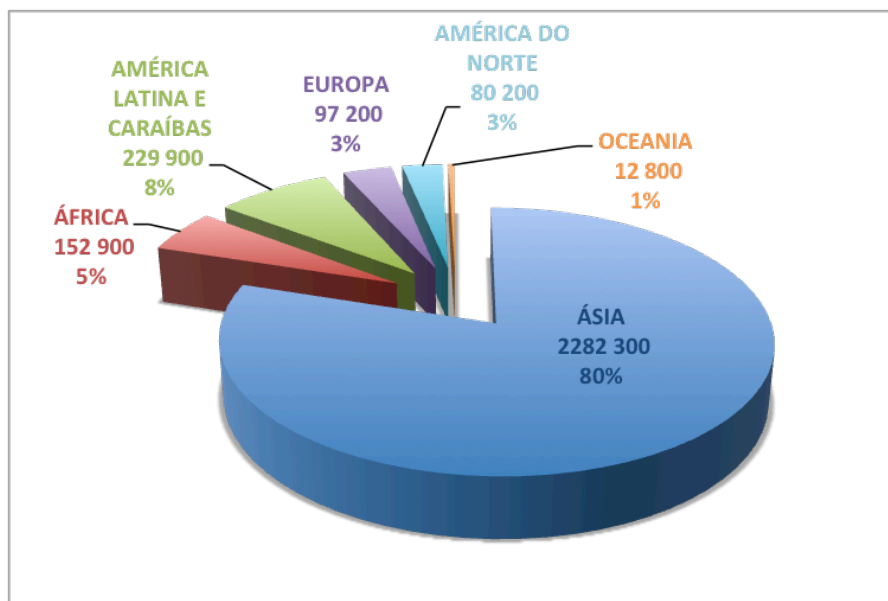


Figura 2.6 Distribuição da frota de pesca motorizada por regiões (2016)  
 Fonte: Autor baseado nos dados de "FAO - The State of World Fisheries and Aquaculture 2018"

Cerca de 86% das embarcações de pesca motorizadas no mundo caem na categoria de comprimento fora a fora < 12 metros (fig. 2.7). Este segmento de embarcações domina em todas as regiões. Para 2016 a FAO estima em cerca de 2% do total (44 600) o número de embarcações com comprimento igual ou superior a 24 metros.

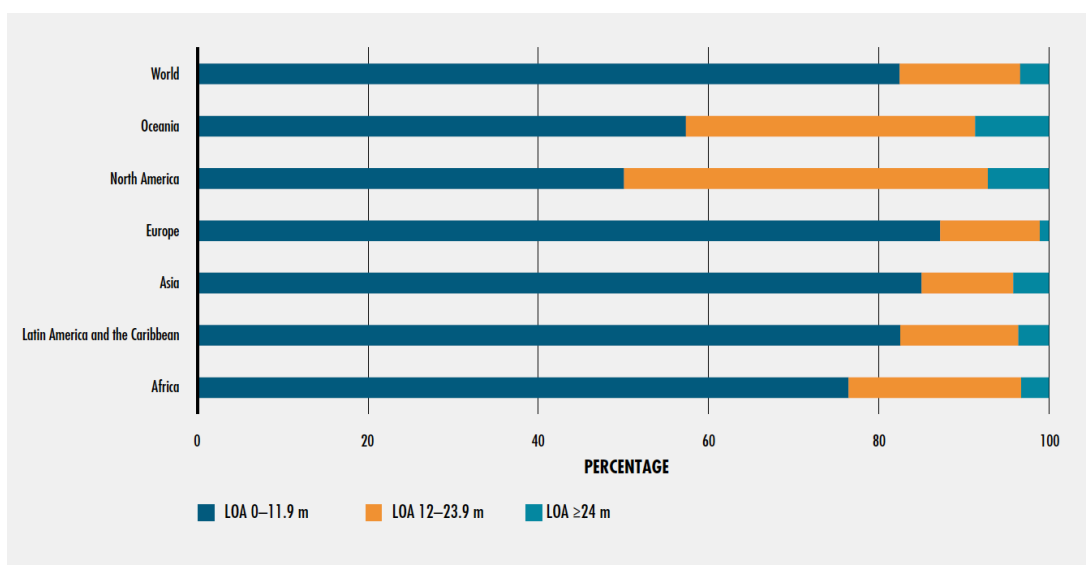


Figura 2.7 Proporção da frota de pesca motorizada por comprimento e regiões (2016)  
 LOA – Length Overall (comprimento fora a fora)  
 Fonte: FAO - The State of World Fisheries and Aquaculture 2018

## **2.2 Ameaças e problemas da pesca**

Os navios das frotas de pesca industriais modernas, sob pressão para a redução dos custos de operação e aumento das margens libertadas, evoluíram drasticamente as suas capacidades tecnológicas para deteção, captura e processamento do pescado a bordo.

Este aumento da eficácia da captura contribuiu para uma sobrecapacidade da frota de pesca face aos recursos haliêuticos disponíveis que se traduziu na capacidade de produzir impactos ambientais notáveis, isto é, criar uma pressão nas populações de peixes e ecossistemas locais muito acima dos limiares da sua sustentabilidade.

Por outro lado, mesmo considerando a vastidão dos espaços oceânicos e a sua reduzida ocupação pelo homem, constata-se que as populações de peixe com valor comercial se concentram em áreas muito menores, designadas por pesqueiros<sup>5</sup>. Exceção óbvia para as espécies migratórias que podem percorrer vastas zonas do oceano.

Este facto exponencia o risco e a capacidade da pesca industrial de provocar danos ambientais dramáticos por pesca excessiva e/ou destruição de habitats.

### **2.2.1 Sustentabilidade**

Para avaliar o limiar de sustentabilidade de uma unidade populacional (*fish stock*) é usado o indicador Rendimento Máximo Sustentável (RMS)<sup>6</sup>. Este indicador procura estimar os valores de captura que uma determinada unidade populacional é capaz de suportar. Isto significa estimar a quantidade de massa biológica que, caso removida,

---

<sup>5</sup> Pesqueiro versus Pescaria

O termo *pesqueiro* designa o ecossistema onde se concentram populações de peixe. Uma *pescaria* é o conjunto do ecossistema e de todos os meios que nele atuam – embarcações e artes de pesca – para capturar uma espécie ou um grupo de espécies afins. É um conceito recorrente no domínio da investigação e gestão da pesca.

<sup>6</sup> *Maximum Sustainable Yield* (MSY) na literatura anglo-saxónica.

permite que a unidade populacional se regenere naturalmente retornando ao seu nível anterior.

A exploração sustentável dos recursos haliêuticos de referência é baseada no conceito do rendimento máximo sustentável (RMS) e consiste num sistema de gestão a longo prazo que se destina a garantir uma exploração dos recursos aquáticos vivos em condições económicas, ambientais e sociais sustentáveis no tempo.

### 2.2.2 Estado das pescarias

Numerosos organismos reguladores e instituições científicas defendem que os níveis de captura atuais não são sustentáveis, isto é, os oceanos como a soma de todos os seus ecossistemas não conseguem regenerar os níveis das populações de peixes afetadas com a mesma rapidez, verificando-se uma redução real dos níveis populacionais.

A FAO estima que em 2015, cerca de 33% das unidades populacionais monitorizadas sofriam de sobrepesca (fig. 2.8). Desde 1974 o número de pesqueiros explorados a níveis biologicamente sustentáveis decresceu de 90% pra 66,9%.

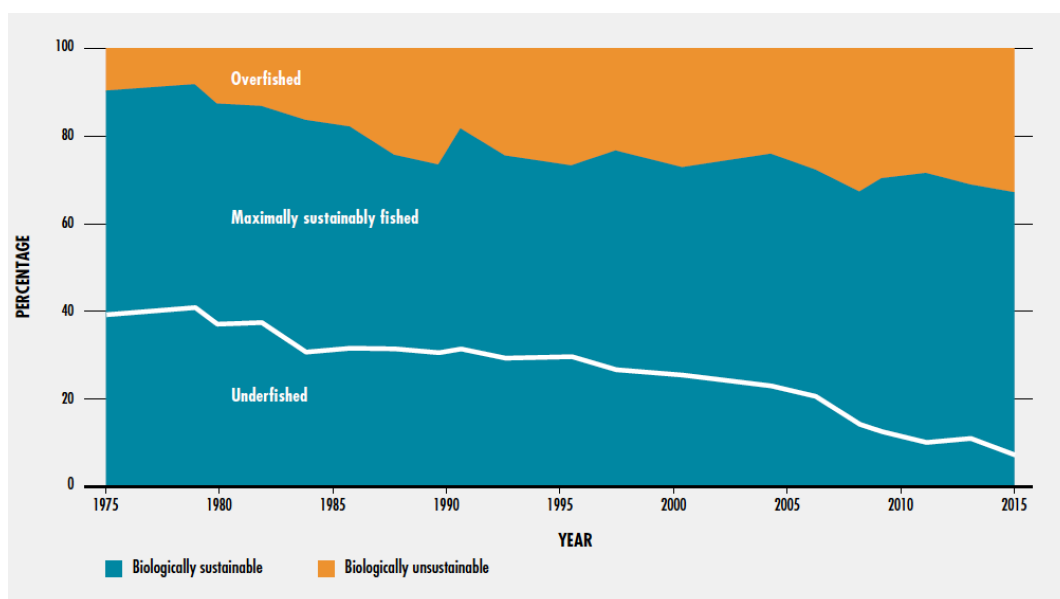


Figura 2.8 Tendência global do estado das pescarias  
Fonte: FAO - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*

A figura 2.9 identifica as regiões do globo (rectângulos estatísticos FAO) com maiores problemas de sobrepesca, com o mar mediterrâneo, mar negro, pacífico sudeste e atlântico sudeste a revelarem os maiores desequilíbrios.

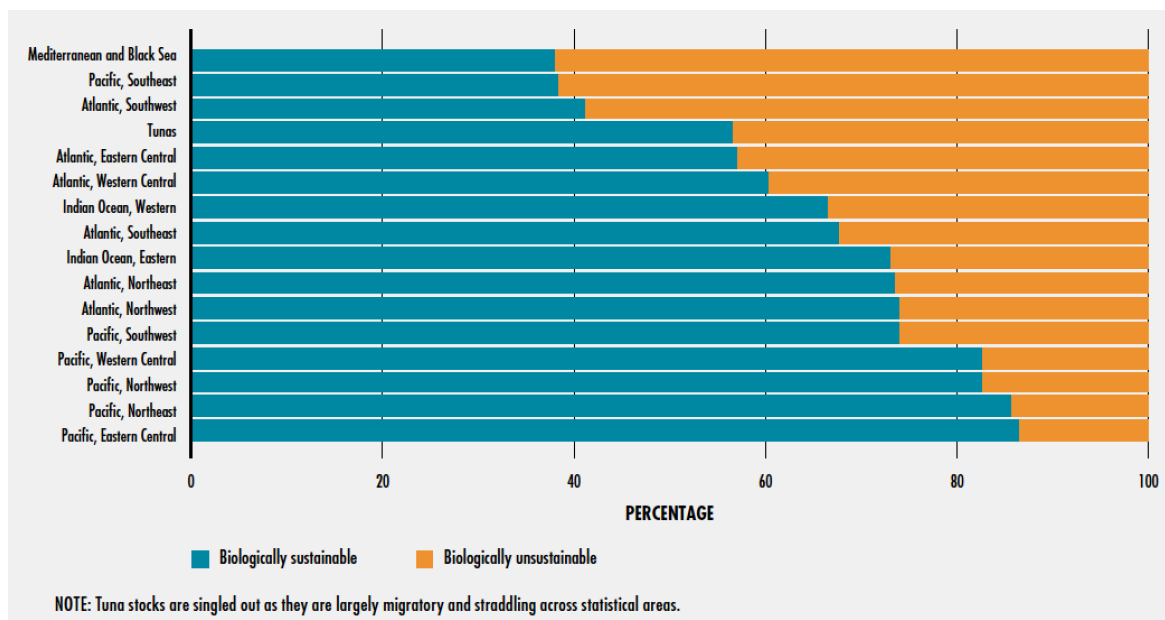


Figura 2.9 Percentagem de unidades populacionais pescadas a níveis sustentáveis e insustentáveis por área estatística FAO

Fonte: FAO - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*

O relatório publicado pela ONG Oceana em novembro de 2016 refere que 64% das unidades populacionais de peixes na Europa são atualmente objecto de sobrepesca em relação ao que uma gestão baseada no rendimento máximo sustentável deveria permitir<sup>7</sup>.

Isto não quer dizer que já se atingiu o pico das capturas possíveis. No mesmo relatório afirma-se que uma gestão das capturas baseada no rendimento máximo sustentável permitiria aumentar em 57% (5 milhões de toneladas) o atual nível de capturas na Europa.

Assim, a tendência de aumento do número de pesqueiros em sobrepesca a que se assiste globalmente é uma área de grande preocupação. Os Objetivos de

<sup>7</sup> FROESE - *Exploitation and status of European stocks*



Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS) incluem uma meta (14.4) para regular a captura, acabar com a sobrepesca e restaurar as unidades populacionais para níveis que possam produzir rendimento máximo sustentável (RMS/MSY) no menor tempo possível. No entanto, parece improvável que as pescarias do mundo possam reconstruir 33,1% das unidades populacionais que atualmente são sobrepescadas num futuro muito próximo, porque a recuperação requer tempo, geralmente duas a três vezes a expectativa de vida das espécies.

### **2.2.3 Outras ameaças**

A atividade de pesca, com a sua capacidade de realizar capturas excessivas e destruir habitats, tem apesar de tudo um impacto relativo no contexto global dos problemas dos oceanos, embora muito visível na sociedade pois o impacto dos danos ambientais resultantes é mais imediato nas populações.

Infelizmente os problemas ambientais dos oceanos não se resumem ao fenómeno da sobrepesca. Os atuais níveis de poluição por contaminação com plásticos no mar<sup>8</sup>, a acidificação crescente dos oceanos resultante da absorção de dióxido de carbono da atmosfera e os efeitos do aquecimento global nos oceanos, são fenómenos de escala global que têm na sua origem causas ainda mais difíceis de mitigar e efeitos negativos e transversais mais duradouros.

### **2.2.4 Gestão dos Oceanos e a Agenda 2030**

Assim, a proteção dos ecossistema marinhos e a gestão sustentável da pesca inserem-se num quadro maior, o da gestão dos oceanos.

---

<sup>8</sup> Um comunicado do Fórum Económico Mundial de Davos de 2016 alertava para que ao ritmo atual de depósito de plástico nos oceanos, haverá mais plástico nos oceanos do que peixe (em peso) até 2050.

WORLD ECONOMIC FORUM – *The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics*

## ONU Agenda 2030 - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº14

A Agenda 2030 das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável aprovada na cimeira mundial realizada em 2015, com vista à erradicação da pobreza e ao desenvolvimento económico, social e ambiental à escala global até 2030, define 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) entre os quais o nº14 dedicado à conservação e gestão dos oceanos (fig. 2.10).

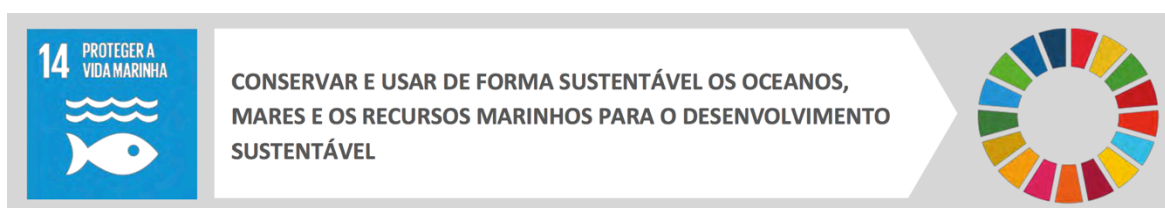


Figura 2.10 ONU Agenda 2030 – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº14  
Fonte: <https://nacoesunidas.org/>

A Agenda 2030 resulta do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo para criar um novo modelo global de desenvolvimento sustentável e estabelece objetivos, sucessores dos 8 objetivos para o milénio (Agenda para o Milénio 2000-2015) que deverão ser implementados por todos os países. A implementação da Agenda 2030 segue um modelo de partilha de esforços à escala global, estabelecido em agendas de ação e relatórios de monitorização da execução (*National Voluntary Review*).

O objetivo de desenvolvimento sustentável dedicado aos oceanos define as seguintes linhas de ação<sup>9</sup>:

### ODS 14 - ORIENTAÇÕES

- Prevenir e reduzir a poluição e lixo marinhos;
- Limitar o impacto da pesca no meio marinho e adaptar a pesca à proteção das espécies;
- Promover a proteção, restauração e gestão sustentável dos ecossistemas marinhos e costeiros e da biodiversidade marinha;

---

<sup>9</sup> Portugal - Relatório nacional sobre a implementação da Agenda 2030.

MNE-PT - Relatório nacional sobre a implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável – PORTUGAL

- Fomentar o desenvolvimento local das comunidades costeiras;
- Promover o ordenamento do espaço marítimo e a criação de áreas marinhas protegidas nos espaços marítimos sob jurisdição nacional;
- Potenciar as áreas de investigação e fiscalização de natureza tributária, fiscal e aduaneira;
- Aprofundar a política de vigilância marítima;
- Aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de investigação e transferir tecnologia marinha.

#### Conferência dos Oceanos (jun 2017)

Com o objetivo de acelerar a execução dos planos de ação resultantes do ODS 14, as Nações Unidas realizaram em junho de 2017, na sua sede em Nova Iorque, a primeira Conferência dos Oceanos (fig. 2.11). Tratou-se de uma conferência de alto nível dedicada aos oceanos e à implementação do Objetivo 14 da Agenda do Desenvolvimento Sustentável, sobre preservação e exploração sustentável. Nesta conferência, 193 estados membros aprovaram um documento negociado pelo embaixador português na ONU, Álvaro Moura.



Figura 2.11 ONU Conferência dos Oceanos  
Fonte: UN Ocean Conference

A lista completa de alvos e indicadores estabelecidos para a avaliação da implementação do ODS14 pode ser consultada no sítio Web das nações unidas para os oceanos (URL:<https://oceanconference.un.org/sdg14>).

Portugal, anunciou entretanto a candidatura para realização da 2ª Conferência em 2020.

## **2.3 *Desafios da regulação e fiscalização***

### Introdução

Apresentadas as ameaças, vale a pena rever os desafios que se colocam às iniciativas para mitigação dessas ameaças, nomeadamente as instituições e instrumentos internacionais de regulação e fiscalização da atividade de pesca, com vista à proteção dos ecossistemas e gestão sustentável da atividade pesca.

Nesta secção são apresentadas as principais entidades reguladoras dos espaços e atividades marítimas e as regulações em uso relevantes para a atividade de pesca. São depois descritos sumariamente os diferentes espaços e fronteiras marítimas nelas estabelecidos.

### **2.3.1 A macro regulação do espaço marítimo**

As embarcações de pesca que operam nos espaços marítimos estão sujeitas a um conjunto de normativos e obrigações estabelecidos e operacionalizados pelos estados bandeira onde estão registadas.

Os estados por sua vez estabelecem as suas regulamentações nacionais procurando adotar e aplicar os instrumentos normativos internacionais a que aderem via convenções ou tratados internacionais e desenvolvendo políticas específicas de âmbito nacional.

A nível internacional e no contexto da regulação do espaço marítimo destacam-se desde logo a **Organização das Nações Unidas (ONU)** bem como duas outras organizações internacionais emanadas desta: a **Organização Marítima Internacional (OMI)** e a **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO)**, pelos seus papéis fulcrais na promoção internacional, através de convenções ou tratados, de um conjunto de leis e princípios ou códigos de conduta de

âmbito global, dedicados aos principais desafios relacionados com a atividade humana no espaço marítimo.

A relevância do trabalho desenvolvido por estas instituições mede-se pela capacidade de atuarem como fóruns de mediação internacional na negociação dos temas e dos termos acordados pelas suas convenções e tratados, pelas capacidades de lóbi com vista à promoção da adesão e ratificação das suas convenções e ainda pelos seus papéis de liderança mundial nas ações de sensibilização e apoio aos países menos desenvolvidos para a adesão às convenções ou códigos de conduta, através do estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de políticas nacionais e implantação de planos de execução e de monitorização da evolução dos níveis de conformidade.

#### Organização das Nações Unidas

A ONU é a organização *mater* para as questões da regulação do espaço marítimo. Foi no seio da ONU que se desenvolveu ao longo de décadas todo o processo negocial que permitiu concluir a lei fundamental do direito marítimo, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM/UNCLOS) em Nova Iorque a 10 de dezembro de 1982<sup>10</sup>. A sua assembleia geral é liderada por um português (António Guterres) com mandato até pelo menos 2021.

#### CNUDM/UNCLOS

A convenção que resultou de um processo negocial longo e difícil<sup>11</sup>, teve por base uma iniciativa sem precedentes da comunidade internacional para regular todos os aspectos dos recursos do mar e os usos do oceano, visando resolver conflitos

---

<sup>10</sup> Consulta do tratado internacional disponível na internet.

ONU - Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e o Acordo Relativo à Aplicação da Parte XI da mesma Convenção

<sup>11</sup> O processo negocial iniciado em 1967 levou à realização em 1973 da 3ª conferência das Nações Unidas sobre a Lei do Mar para a criação de um tratado abrangente para os oceanos, que foi concluído 9 anos mais tarde com a adoção em 1982 de uma constituição para os mares, a CNUDM/UNCLOS.

prementes e crescentes na disputa de recursos e reivindicações de soberania. A convenção criou um instrumento de direito internacional que estabeleceu as regras para a determinação dos diferentes tipos de fronteiras marítimas bem como dos direitos e deveres inerentes.

Esta lei fundamental estabelece, entre outros, os conceitos de mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental e estabelece os princípios gerais da exploração dos recursos naturais do mar, como os recursos vivos, os recursos do solo e do subsolo.

Esta convenção e os espaços marítimos que regimenta são abordados com mais detalhe na secção seguinte sobre fronteiras marítimas.

Desde a sua entrada em vigor em 1994, a Convenção serviu também como um tratado “chapéu” sob o qual outros instrumentos internacionais mais específicos foram elaborados, incluindo os códigos e convenções relativos à conservação e gestão sustentável da pesca (referidos abaixo na secção sobre a FAO).

### Organização Marítima Internacional

A Organização Marítima Internacional (OMI/IMO) é um organismo da ONU criado por convenção em 1958 que desenvolve através de inúmeros tratados e convenções internacionais<sup>12</sup> uma atividade central na harmonização e evolução dos regulamentos, códigos e recomendações dirigidos à melhoria da segurança da atividade naval, sendo o transporte marítimo global o principal foco.

Atualmente a convenção da OMI conta com a adesão de 174 estados membros, organizações não governamentais (79) e intergovernamentais (64).

Para além do trabalho desenvolvido pela organização através das suas comissões e grupos de trabalho, a OMI atua ainda como depositária de um conjunto de convenções e instrumentos multilaterais.

---

<sup>12</sup> Lista das convenções OMI  
*OMI - List of IMO Conventions*

As suas principais áreas de ação (art.1º da convenção OMI) incidem sobre:

- Salvaguarda da vida humana;
- Segurança marítima;
- Prevenção de poluição pelos navios;
- Sustentabilidade do Transporte Marítimo.

As suas principais convenções:

- Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS<sup>13</sup>);
- Convenção SAR (Search and Rescue)<sup>14</sup>;
- Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL);
- Convenção Internacional sobre Normas de Formação, de Certificação e de Serviços de Quartos para os Marítimos (STCW).

#### FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), com sede em Roma, é uma organização intergovernamental que conta com 194 Estados Membros, dois membros associados e uma organização membro, a União Europeia. É atualmente liderada por um lusófono (José Graziano da Silva, Brasil).

---

<sup>13</sup> OMI – Convenção Internacional SOLAS - *International Convention for the Safety of Life at Sea* (SOLAS), 1974

Considerada a mais importante convenção internacional para a segurança da marinha mercante. A primeira versão surgiu em 1914 na sequência do naufrágio do Titanic.

Evolução histórica da Convenção e respetivos textos.

OMI - History of SOLAS (*The International Convention for the Safety of Life at Sea*)

<sup>14</sup> Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimo (Convenção SAR) da OMI de 1979, foi o primeiro plano internacional para a organização de serviços de busca e salvamento (*Search and Rescue*). Até lá apenas estava consagrada a obrigação dos navios de auxiliar outras embarcações em perigo, tanto na tradição como nos tratados internacionais como a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS).

Dentro do seu objetivos institucionais principais inclui-se o de gerir e utilizar de forma sustentável os recursos naturais, incluindo a terra, a água, o ar, o clima e os recursos genéticos, em benefício das gerações presentes e futuras.

Neste contexto, a FAO tem liderado os esforços internacionais de elaboração e promoção das melhores práticas de gestão sustentável das pescas, criando um conjunto de instrumentos internacionais de suporte às medidas de gestão e conservação, desenvolvidas nos planos nacionais, subregionais e regionais.

Destacam-se, entre outras, as iniciativas para a elaboração de códigos e princípios de gestão e proteção dos recursos da pesca, consensualizados entre os seus estados membros, para a adoção e implementação nos respetivos planos de ação nacionais, no exercício dos seus deveres de assegurar a gestão sustentável da pesca e a proteção ambiental dos oceanos nos territórios sob jurisdição nacional.

Nomeadamente:

- Código de Conduta para a Pesca Responsável / *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (FAO *Code of Conduct*, 1995)

Adotado por unanimidade em 31 de outubro de 1995 pela Conferência da FAO, estabelece os princípios em que devem assentar os esforços nacionais e internacionais para assegurar a exploração sustentável dos recursos vivos aquáticos em harmonia com o meio ambiente.

No sequência da aprovação deste código, a FAO tem publicado ao longo dos anos um coleção de diretrizes técnicas para a pesca responsável com guias práticos para a implementação das melhores práticas em variados temas<sup>15</sup>.

- Plano de Ação Internacional para a Conservação e Gestão dos Tubarões / *International Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks* (IPOA-Sharks, 1999).

---

<sup>15</sup> FAO - Technical Guidelines for Responsible Fisheries



- Plano de Ação Internacional para Redução das Capturas Acidentais de Aves Marinhas em Pesca com Palangre / *International Plan of Action (IPOA) for Reducing the Incidental Catches of Seabirds in Longline Fisheries (IPOA-Seabirds, 1999)*.
- Acordo para a Conservação e Gestão de populações de peixes transzonais e das populações de peixes altamente migradores / *Agreement for the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks (UN Fish Stocks Agreement, 2001)* .  
Acordo que aprofunda as disposições previstas na Convenção para a Lei do Mar relacionadas com a conservação e gestão desta classe de peixes.
- Plano Internacional de Ação para a Prevenção, Detenção e Eliminação da Pesca INN (Illegal, Não Reportada e Não Regulamentada) / *International Plan of Action to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing (IPOA-IUU, 2001)*.
- Acordo para a Promoção da Conformidade das Embarcações de Pesca no Alto Mar com as Medidas Internacionais de Gestão e Conservação / *The Agreement to Promote Compliance with International Conservation and Management Measures by Fishing Vessels on the High Seas (The Compliance Agreement, 2003)*.
- Acordo relativo às Medidas do Estado do Porto / *Agreement on Port State Measures (PSMA) to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing (PSMA, 2016)*.

O PSMA é o primeiro acordo internacional vinculativo para combater a pesca ilegal, não declarada e não regulamentada (INN).

O PSMA pretende desencorajar os navios a envolverem-se em atividades de pesca INN, negando-lhes o acesso aos portos e impedindo-os de descarregar as

suas capturas ou acederem a serviços portuários. O acordo impede também os produtos da pesca INN de chegarem aos mercados nacionais e internacionais.

### 2.3.2 Fronteiras marítimas

As fronteiras marítimas são um aspeto crítico para o tema da regulação e fiscalização na medida em que definem os limites geográficos da atuação dos estados no exercício da sua soberania ou jurisdição (fig. 2.12).

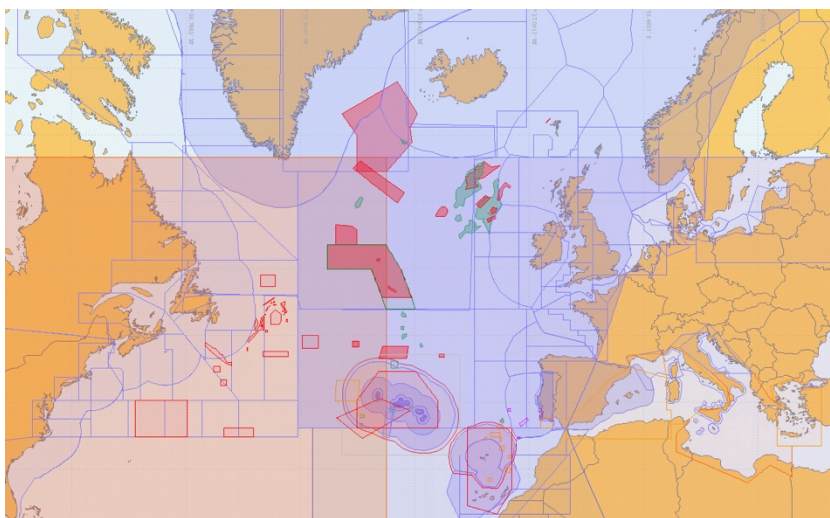


Figura 2.12 Mapa com regiões marítimas regulamentadas para efeitos de pesca  
Fonte: Xsealence S.A.

#### 2.3.2.1 Evolução das fronteiras marítimas

Historicamente as fronteiras marítimas foram estabelecidas muito posteriormente às fronteiras terrestres. Se nas terrestres era comum recorrer a características físicas perenes dos territórios, como cursos de rios ou cumeadas, os limites das fronteiras marítimas foram sendo reivindicados como distâncias fixas medidas a partir do litoral.

À semelhança das terrestres, foram sendo definidas apenas quando os territórios marítimos ou os seus recursos foram disputados.

Sendo a superfície dos oceanos um meio natural essencialmente hostil à presença humana, o mar como parte integrante do território nacional foi ignorado ao longo da história do desenho das nações<sup>16</sup>.

No séc. XVII dominava o princípio de que os mares eram territórios de livre circulação e não reivindicáveis, em conformidade com os interesses das grandes potências navais da época. Assim, a primeira delimitação para as águas territoriais, determinada pelo alcance do tiro de canhão, beneficiava de um pragmatismo que a tornava consensual como primeira regra geral para a extensão da jurisdição territorial.

As primeiras reivindicações formais de fronteiras para o mar territorial surgem já no limiar do séc. XIX<sup>17</sup>, de forma avulsa e em função da capacidade para impor e aplicar a lei nacional nesses espaços marítimos.

É já em meados do séc. XX que se desenvolvem esforços internacionais para acordar princípios e regras universais para o estabelecimento de fronteiras e os direitos e responsabilidades associados.

#### ***2.3.2.2 Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar***

Precipitadas por uma sucessão de reivindicações nacionais sobre recursos naturais *offshore* na década de 50 e pressionadas pelas crescentes tensões entre estados costeiros motivadas pelas disputas sobre estes recursos, tiveram início em 1967 na ONU, as negociações para a criação de um regulamento internacional vinculativo. Esta iniciativa pôs em marcha um esforço diplomático à escala global para regulamentar todas as partes dos oceanos, usos e recursos. A terceira conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar realizada em 1973 para produzir uma constituição para os oceanos surge como corolário deste movimento.

---

<sup>16</sup> Sintomaticamente, o Tratado de Tordesilhas de 7 de junho de 1494 e mais tarde o Tratado de Saragoça de 22 de abril de 1529 celebrados entre o Reino de Portugal e a Coroa de Castela estabelecem uma fronteira marítima para dividir "as terras descobertas e por descobrir".

<sup>17</sup> Os EUA em 1789 reivindicam um mar territorial até às 3 milhas náuticas.

Os trabalhos desta conferência foram concluídos 9 anos mais tarde, com a adoção em 1982 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

Aspetos como os direitos de navegação, limites territoriais marítimos, jurisdição económica, estatuto legal dos recursos no leito do mar para além dos limites da jurisdição nacional, conservação e gestão dos recursos marinhos vivos, proteção do ambiente marinho e um regime de investigação marinha estão entre os temas regulados neste tratado.

#### Limites territoriais marítimos

Assim, com a aprovação em sede da ONU da CNUDM, ficaram definidas as regras para a reivindicação bem com as responsabilidades dos estados para as seguintes fronteiras marítimas:

##### *Linhas base:*

Na sua regra mais genérica, é a linha determinada pela linha de contorno ao longo da costa definida pela maré baixa ou, nos casos de deltas ou costas mais recortadas, a linha reta que una pontos da costa adequados.

##### *Águas interiores:*

Águas interiores às linhas base.

##### *Águas territoriais (até 12 milhas náuticas a partir das linhas base)<sup>18</sup>*

Extensão da soberania do estado a uma faixa do espaço marítimo de até 12 milhas contadas a partir das linhas base. Os direitos de soberania aceites para este território estendem-se ao espaço aéreo e subsolo.

---

<sup>18</sup> Provavelmente o limite mais desafiante em todo o processo negocial da Convenção sobre o Direito do Mar, na medida em que mais de 100 estreitos usados pela navegação internacional ficam dentro destes mares.

A título de curiosidade a área do mar territorial do Canadá é superior à da sua ZEE.

*Zona Contígua* (entre o mar territorial e até 24 milhas náuticas a partir das linhas base)

Zona de extensão de soberania e jurisdição para algumas áreas de atuação específicas (controlo de fronteiras, alfandegário, fiscal ou sanitário).

*Zona Económica Exclusiva* (entre o mar territorial e até 200 milhas náuticas a partir das linhas base)

A ZEE compreende a coluna de água e o fundo do mar (solo e o subsolo das áreas submarinas). Dentro da sua ZEE, um Estado costeiro tem "direitos soberanos com o objectivo de explorar, conservar e gerir" recursos vivos<sup>19</sup>. Um Estado costeiro deve conceder aos navios de pesca estrangeiros acesso a qualquer excedente do total admissível de capturas (TAC) na sua ZEE, mas tem o direito de fixar os termos e condições de acesso e pode promulgar leis e regulamentos para exigir que os movimentos e as capturas efetuadas por navios estrangeiros possam ser monitorizados.<sup>20</sup>

*Extensão da Plataforma Continental* (variável entre as 200 e as 350 milhas náuticas a partir das linhas base)

É um limite definido pelas 200 milhas náuticas ou o limite exterior da plataforma continental submersa, caso este limite seja superior, e limitado a uma extensão máxima de 350 milhas náuticas a partir das linhas base. Diz respeito à parte submersa dos continentes e é baseada numa definição jurídica<sup>21</sup> do conceito de limite da plataforma continental.

---

<sup>19</sup> CNUDM Artº 56(1)(a).

<sup>20</sup> CNUDM Artº 62(4) and 62(4)(e).

<sup>21</sup> CNUDM Artº 76(1).

A Plataforma Continental compreende apenas o solo e subsolo (e não a coluna de água), em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental.

Apesar disso, no contexto da pesca, na plataforma continental o Estado Costeiro tem direitos exclusivos de exploração e aproveitamento dos seres vivos pertencentes a espécies sedentárias que existam no fundo e/ou subsolo marinhos, pois estes estão sob sua soberania. Para as restantes espécies, aplica-se o regime de Alto Mar (art.º 87 CNUDM) estando a sua exploração aberta a todos os estados.

Em todas as fronteiras para lá das águas interiores, aplica-se o conceito de “direito de passagem inocente” que salvaguarda o direito de travessia a todas as embarcações. Por “passagem inocente”, nos termos da convenção, entende-se a travessia seguida e expedita, que não perturbe a paz, boa ordem e segurança do estado costeiro.

### ***2.3.2.3 Extensão da plataforma continental portuguesa***

Pelo seu impacto na transformação<sup>22</sup> do território marítimo nacional vale a pena mencionar o projeto de extensão da plataforma continental portuguesa (fig. 2.13), desenvolvido pela Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC) que *“tem como missão preparar, apresentar e assegurar a defesa da proposta de extensão da plataforma continental perante a Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC), até à conclusão do respetivo processo nas Nações Unidas”*<sup>23</sup>.

---

<sup>22</sup> Com uma área de cerca de 4 milhões de km<sup>2</sup>, compara com os atuais 1,7 milhões de km<sup>2</sup> da ZEE portuguesa.

<sup>23</sup> EMEPC - Missão

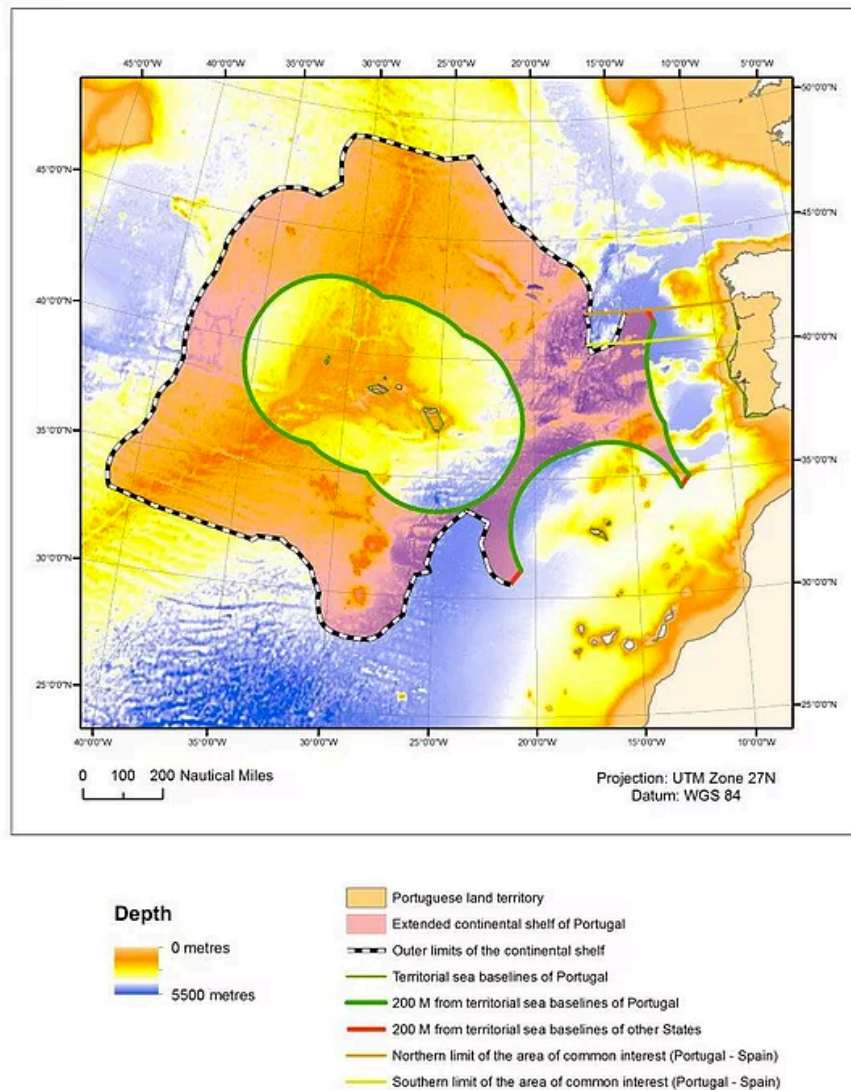


Figura 2.13 Extensão da plataforma continental portuguesa  
Fonte: EMEPC

Portugal, pelas características geofísicas da sua plataforma continental, reivindicou, conforme previsto na CNUDM, o aumento do território marítimo sob jurisdição nacional, realizando um conjunto de campanhas de aquisição de dados técnico-científicos que lhe permitiu definir o limite da sua plataforma continental para lá das 200 milhas náuticas medidas a partir das linhas base de costa (fig. 2.14).



Figura 2.14 EPC - Campanhas de aquisição de dados técnico-científicos  
Fonte: EMEPC

### ROV Luso

O ROV Luso é um veículo de operação remota, com capacidade para mergulhar a 6000m de profundidade, o que permite alcançar 100% dos fundos oceânicos sob soberania nacional incluindo a futura área de extensão da plataforma continental (fig. 2.15). Foi adquirido em 2008 com o objetivo de efetuar recolha seletiva de amostras geológicas do fundo marinho, para a sustentação científica da candidatura portuguesa apresentada às Nações Unidas.





Figura 2.15 ROV Luso e sala de operações a bordo do navio de missão  
Fonte: Autor, 2018

A proposta de extensão da plataforma continental portuguesa foi submetida à Comissão de Limites da Plataforma Continental, nas Nações Unidas a 11 de maio de 2009. Em agosto de 2017, Portugal entregou uma Adenda a esta Proposta, baseada nos dados de batimetria, geologia e geofísica recolhidos desde 2009, iniciando a interação com a subcomissão de limites da plataforma continental da ONU, esperando-se uma decisão até 2020.

### 2.3.3 Para lá das Fronteiras

#### Acesso aos bancos de pesca em águas internacionais

Os espaços marítimos situados para lá das jurisdições nacionais são designados pela CNUDM como Mar Alto ou Alto-Mar. Equivalem a dois terços dos oceanos e a 95% do seu volume (fig. 2.16).

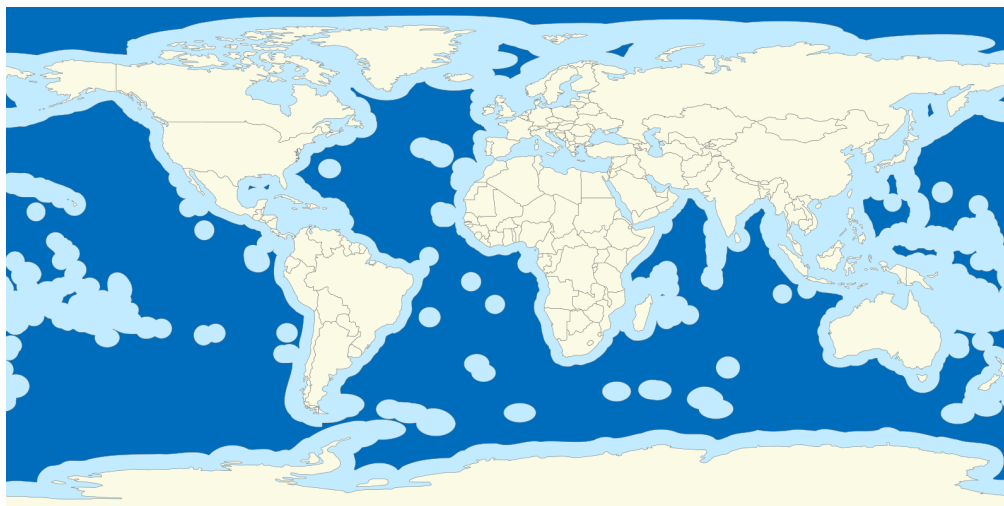


Figura 2.16 Mapa das águas internacionais no mundo

Fonte: By B1mbo - Own work. Map from File:World location map.svg Borders based on VLIZ Maritime boundaries and Internationalwaters.png, CC BY-SA 3.0 cl, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17194963>

A regulação da pesca no Mar Alto é também abrangida genericamente pela CNUDM e por alguns dos instrumentos internacionais criados pela FAO já referidos anteriormente.

A nível regional foram criadas Organizações Regionais de Gestão da Pesca (ORGP), responsáveis pela implementação dos regulamentos referidos.

#### ***2.3.3.1 O papel das ORGP na regulação da pesca em águas internacionais***

As ORGP são constituídas por um grupo de Estados ou organizações que são partes de um acordo internacional de pesca e trabalham em conjunto para a conservação e gestão dos recursos pesqueiros da sua área de convenção.

As ORGP desempenham um papel fundamental na promoção de pescarias sustentáveis a longo prazo, onde a cooperação internacional é essencial.<sup>24</sup>

As organizações regionais de pesca dividem-se grosso modo em função da área de jurisdição ou das espécies que visam gerir (fig. 2.17).

---

<sup>24</sup> Refira-se a importância da NAFO (Northwest Atlantic Fisheries Organization) como fórum de resolução do conflito pesqueiro internacional que ficou conhecido como a “Guerra da Palmeta/*Turbot War*” e que opôs o Canadá e a UE, motivado pela ação das frotas de pesca longínqua de Portugal e Espanha (1995).

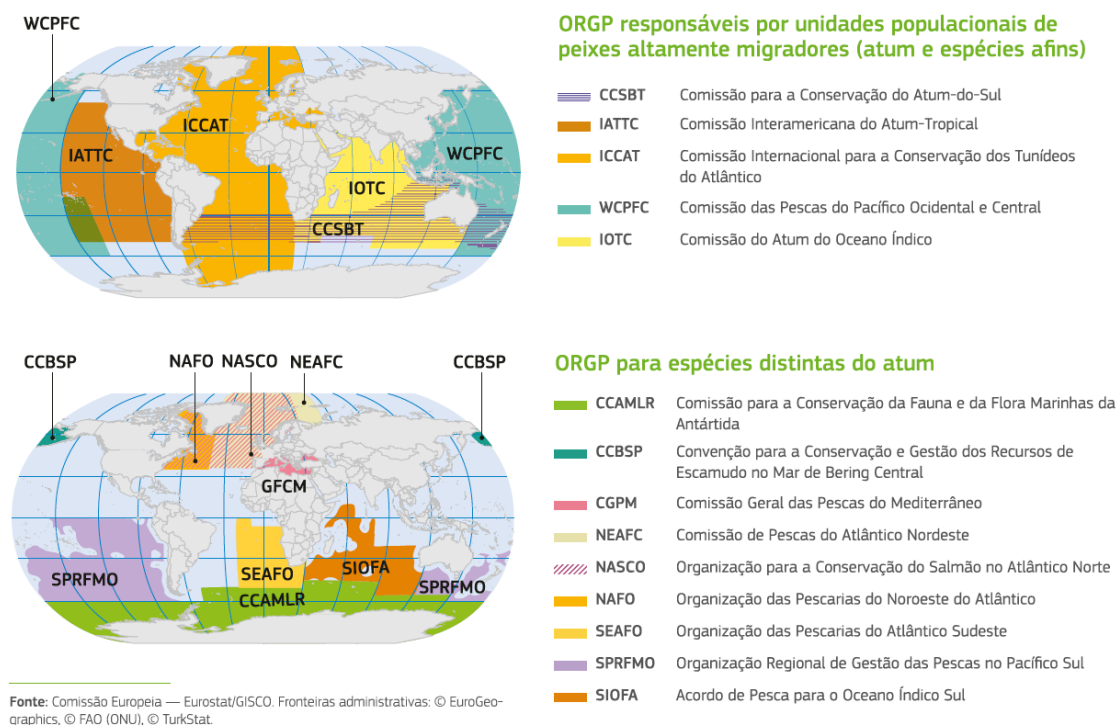


Figura 2.17 –Áreas de convenção de ORGP  
 Fonte: CE, Factos e números sobre a política comum das pescas, ISSN 1977-3765, 2016

As ORGP por área focam-se no controlo da atividade de pesca nos bancos de pesca existentes na sua área de convenção e na gestão dos stocks de espécies residentes. As ORGP por espécie dedicam-se à gestão de espécies altamente migratórias e por isso têm associadas áreas de convenção mais abrangentes.

O termo gestão foi adicionado mais recentemente e reflete a atual tendência generalizada para a focalização destas organizações internacionais em objetivos de gestão sustentável dos recursos naturais mais do que na defesa dos direitos de pesca e controlo do acesso aos principais pesqueiros de área de convenção.

As ORGP tipicamente incluem nos seus membros de convenção os diferentes atores com interesses na gestão da atividade de pesca na área de convenção, ou seja, estado, indústria de pesca e ONG.

As ORGP desenvolvem a sua atividade de gestão negociando e estabelecendo entre os seus membros os objetivos de gestão, os modelos de monitorização e avaliação do

estado dos stocks das espécies de interesse, o desenvolvimento de conhecimento de base científica que contribua para uma melhor compreensão do estado e natureza dos ativos sob gestão, estabelecendo planos de quotas anuais de capturas e operacionalizando sistemas de registo e partilha de dados sobre a frota de pesca e as suas capturas.

### **2.3.3.2 Outras Ameaças e Respostas**

Para além da estrutura-quadro de organizações internacionais e regionais dedicadas à gestão e conservação dos recursos de pesca no Mar Alto, existem ainda instituições dedicadas à gestão de outras atividades económicas desenvolvidas nas áreas além da jurisdição nacional, seja na coluna de água seja no fundo do mar.

A título de exemplo, a organização *International Seabed Authority* (ISA)<sup>25</sup> já concedeu licenças a 29 consórcios, representando 19 países - do Japão e do Reino Unido até ao Kiribati - para explorar minerais em locais ecologicamente importantes<sup>26</sup>.

Globalmente perspetivam-se ameaças latentes resultantes da corrida em curso à exploração do fundo do mar para lá das jurisdições nacionais que ainda aguardam consensos para serem debeladas através de regulação internacional vinculativa.

A este propósito, nas Nações Unidas está em curso a preparação de um instrumento internacional para a proteção e exploração sustentável da biodiversidade nas áreas para além das jurisdições nacionais (coluna de água e fundo do mar). A primeira sessão da conferência intergovernamental decorreu em setembro de 2018 em Nova Iorque.

---

<sup>25</sup> ISA - É a organização através da qual os Estados Partes da Convenção devem, de acordo com o regime do leito do mar e do solo oceânico e seu subsolo além dos limites da jurisdição, organizar e controlar as atividades.

[ISA - ISA Homepage](#)

<sup>26</sup> HEFFERNAN - *U.N. Makes a Bold Move to Protect Marine Life on the High Seas. Scientific American*

As negociações foram realizadas em torno de quatro elementos do futuro instrumento:

- Recursos genéticos marinhos, incluindo questões sobre a partilha de benefícios;<sup>27</sup>
- Ferramentas de gestão por área, incluindo áreas marinhas protegidas;
- Avaliações de impacto ambiental;
- Capacitação e transferência de tecnologia marinha.

A próxima ronda de negociações terá lugar em abril de 2019.

### **2.3.4 Regulação nacional**

Apresentados os organismos e os instrumentos de suporte à regulação internacional da pesca, são agora abordados exemplos de mecanismos de regulação nacional da atividade de pesca. Para este fim são analisados os casos de Portugal e da UE por inerência da partilha de competências, bem como o regime de regulação das pescas dos EUA pela sua relevância no panorama mundial da gestão e conservação das pescas e como termo de comparação relativa entre os dois principais espaços económicos do planeta.

#### ***2.3.4.1 Regulação em Portugal***

A política da pesca está englobada nos tratados da UE pelo que a regulação da atividade de pesca em Portugal está atualmente subordinada à regulação europeia, à semelhança dos restantes estados membros.

A legislação comunitária define a regulação de base comum relativa à aplicação dos sistemas VMS às frotas de pesca comunitárias, podendo cada estado membro desenvolver de forma complementar a sua própria legislação para as frotas nacionais.

---

<sup>27</sup> SMITH - *Nearly Half the Patents on Marine Genes Belong to Just One Company*, *Smithsonian Magazine*

Os sistemas VMS são instituídos pelas autoridades de pesca nacionais, que definem as suas características técnicas e funcionais, bem como o modelo de exploração e manutenção destes sistemas.

#### Direção-Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM)

Compete à DGRM assegurar o cumprimento da Política Comum de Pescas e a gestão sustentável dos recursos naturais do mar português e nos termos dos acordos internacionais, através da emissão de licenças e inspeção das atividades e negócios relativos à área marítima nacional: pescas, aquicultura, sal e algas, indústria transformadora, primeira venda e mercados, energia, infraestruturas e recreio.<sup>28</sup>

#### Autoridade Nacional de Pesca

Nos termos das regras da Política Comum das Pescas e no exercício das competências de Autoridade Nacional de Pesca, compete à DGRM coordenar as atividades de controlo de todas as autoridades nacionais de controlo, sendo igualmente responsável pela coordenação da recolha, tratamento e certificação das informações relacionadas com as atividades de pesca e pela apresentação de relatórios, cooperação e transmissão de informações à Comissão, à Agência Europeia de Controlo das Pescas, aos outros Estados Membros e, quando apropriado, a países terceiros.<sup>29</sup>

#### ***2.3.4.2 Regulação na União Europeia***

A União Europeia atualmente congrega 28 estados europeus que de forma agregada representam o maior PIB mundial e o 3º maior grupo populacional.

A UE em números (fig. 2.18):

---

<sup>28</sup> DGRM - Funções e Atribuições

<sup>29</sup> Idem.

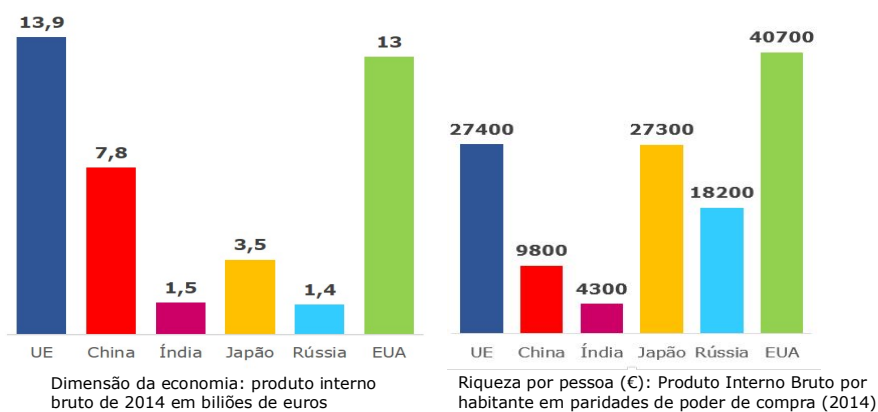
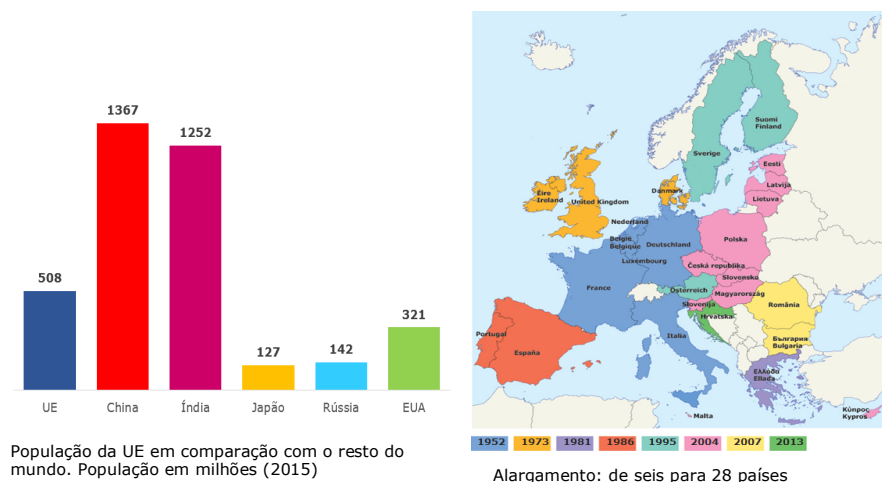


Figura 2.18 – A UE em números  
Fonte: <https://europa.eu>

## Direito da UE

A União Europeia (UE) assenta a sua ação com base nos seus Tratados (direito primário). A definição dos objetivos prosseguidos, as regras de funcionamento das suas instituições, o processo de tomada de decisão e as relações entre a UE e os seus estados membro são estabelecidos pelos diferentes Tratados, que evoluem no tempo e funcionam como acordos vinculativos entre os países da UE.

Ao abrigo dos tratados, as instituições europeias podem adotar legislação, que em seguida é aplicada pelos países da UE.

A comissão europeia, órgão executivo da UE, é responsável pela elaboração de propostas de novos atos legislativos europeus e pela execução das decisões do Parlamento Europeu e do Conselho da UE.

### A regulação da pesca na UE

A regulação da pesca e dos assuntos marítimos são um dos domínios de intervenção contemplados nos Tratados e explicitamente transferido dos estados membros para a Comissão Europeia (CE).

### Assuntos Marítimos e Pescas / DG-MARE

A Comissão, inclui na sua equipa um comissário com o pelouro dos Assuntos Marítimos e Pescas, e uma direção-geral (da Comissão) dedicada ao tema, a DG-MARE, responsável pela política europeia em matéria de assuntos marítimos e pescas, nomeadamente a sua política comum das pescas (PCP) e é liderada atualmente por um lusófono, João Aguiar Machado.

### Política Comum das Pescas

A política comum das pescas é um conjunto de regras que se aplicam à gestão das frotas de pesca europeias e à conservação das unidades populacionais de peixes. Concebida para gerir um recurso comum, esta política confere a todas as frotas de pesca europeias igualdade de acesso às águas e aos pesqueiros da UE e permite uma concorrência leal entre os pescadores.

Confrontados com o estado de sobre-exploração de boa parte dos pesqueiros em águas europeias, os países da UE tomaram medidas para assegurar a sustentabilidade da indústria da pesca europeia e evitar que esta comprometa a dimensão e a produtividade das unidades populacionais a longo prazo.

Introduzida na década de setenta, a política comum das pescas foi sendo sucessivamente atualizada. A última atualização entrou em vigor em 1 de janeiro de 2014<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> CE – A Política Comum das Pescas



### Agência Europeia de Controlo das Pescas (AECP)

A aplicação da política comum das pescas da UE conta ainda com o contributo da Agência Europeia do Controlo das Pescas (AECP) para a harmonização entre os estados membros das práticas de controlo e fiscalização do sector da pesca.

A AECP, sediada em Vigo, é um organismo independente criado pelo direito europeu que “..., tem por missão fomentar os mais altos níveis comuns de controlo, inspeção e vigilância no âmbito da política comum das pescas (PCP) através da coordenação da cooperação entre as atividades nacionais de controlo e inspeção”<sup>31</sup>.

### VMS no espaço europeu

O espaço europeu tem hoje regulação comunitária que estabelece a obrigatoriedade do VMS para todos os navios pesca da UE com comprimento fora a fora superior a 12 metros, com efeito a 1 janeiro 2012.

Os estados membros são responsáveis pelo desenvolvimento dos respetivos sistemas VMS nacionais, em conformidade com os requisitos mínimos definidos pela regulação comunitária.

Atualmente, no total dos estados membros existem mais de 8000 embarcações com sistemas VMS instalados a bordo.

### Resumo da legislação europeia relativa aos sistemas VMS

As regras definidas para a introdução e operação dos sistemas VMS nos países membros da UE está definida na seguinte legislação europeia:

**1) REGULAMENTO (CE) N.º 1224/2009 do Conselho de 20 de Novembro de 2009 que institui um regime comunitário de controlo a fim de assegurar o cumprimento das regras da Política Comum das Pescas,**

*O regulamento institui um regime de controlo, inspeção e execução, pelas autoridades nacionais, das regras da Política Comum das Pescas (PCP).*

**PONTOS-CHAVE**<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> CE - Agência Europeia do Controlo das Pescas (AECP)

<sup>32</sup> EUR-LEX - Sínteses da legislação da UE, Regime de controlo das pescas da UE

*Os principais objetivos do regime de controlo são os seguintes:*

- *assegurar que apenas são capturadas as quantidades de peixe permitidas;*
- *recolher os dados necessários para gerir as possibilidades de pesca;*
- *esclarecer os papéis dos países da União Europeia (UE) e da Comissão Europeia;*
- *assegurar que as regras são aplicadas de forma igual a todos os pescadores, e com sanções harmonizadas em toda a UE;*
- *assegurar que os produtos da pesca e da aquicultura podem ser rastreados e verificados ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde a rede até à mesa.*

*O regulamento é aplicável:*

- *a todas as atividades de pesca nas águas da UE;*
- *às atividades de pesca dos navios da UE e dos cidadãos da UE em águas da UE e não-UE;*
- *à transformação e comercialização dos produtos da pesca;*
- *à pesca recreativa de espécies sujeitas a planos de recuperação.*

**2) REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) N.º 404/2011 DA COMISSÃO de 8 de Abril de 2011 que estabelece as regras de execução do Regulamento (CE) n.º 1224/2009 do Conselho que institui um regime comunitário de controlo a fim de assegurar o cumprimento das regras da Política Comum das Pescas.**

### **2.3.4.3 Regulação nos Estados Unidos da América**

NOAA FISHERIES / National Marine Fisheries Service (NMFS) A NOAA Fisheries, também designada *National Marine Fisheries Service* (NMFS), é uma agência da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) integrada no *Department of Commerce (DOC)* do governo dos EUA, responsável pela administração dos recursos oceânicos do país e do seu habitat e por fazer cumprir as leis domésticas de proteção da vida marinha e habitat na sua área de jurisdição, correspondente às águas das 3 às 200 milhas náuticas.

A NOAA Fisheries trabalha em parceria com os oito Conselhos Regionais de Gestão das Pescas (fig. 2.19) para avaliar e prever o estado das unidades populacionais de peixes, estabelecer limites de captura, garantir o cumprimento dos regulamentos da pesca e reduzir as capturas acessórias (*fish bycatch*).

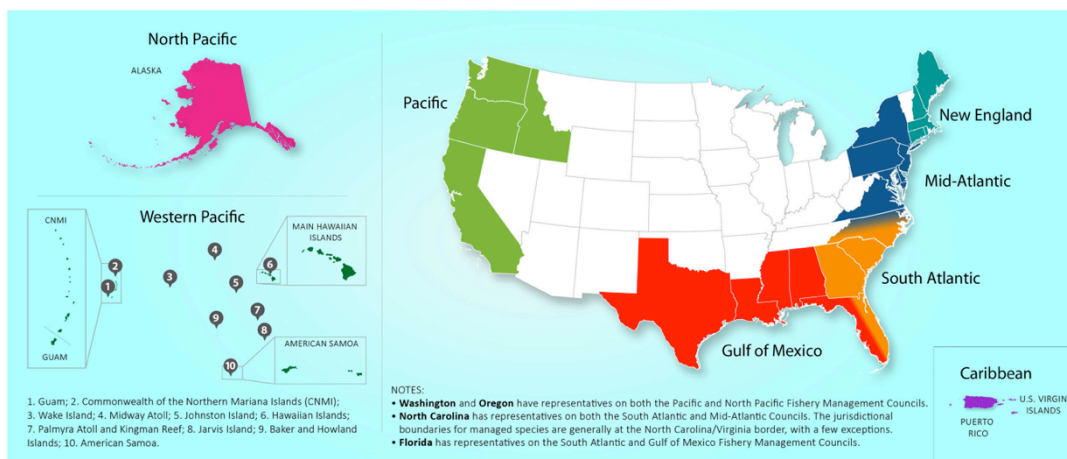


Figura 2.19 Conselhos Regionais de Gestão das Pescas dos EUA

Fonte: <http://www.fisherycouncils.org/>

De entre as mais de 40 leis nacionais para os recursos marinhos, a lei *Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act* (MSA) é a lei fundamental de governo da gestão das pesca nas águas federais dos EUA. Inicialmente aprovada em 1976, a lei MSA promove a sustentabilidade biológica e económica de longo prazo da atividade de pesca. Os principais objetivos da lei MSA são<sup>33</sup>:

- Evitar a sobrepesca;
- Reconstruir as reservas de pescado sobre-explorados;
- Aumentar os benefícios económicos e sociais de longo prazo;
- Garantir um suprimento seguro e sustentável de alimento marinho.

Alguns números da atividade de pesca nos EUA (fig. 2.21 e 2.22):



Figura 2.20 Senadores Warren Magnuson e Ted Stevens

Fonte: National Marine Fisheries Service

<sup>33</sup> NOAA FISHERIES - *Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act* - Public Law 94-265

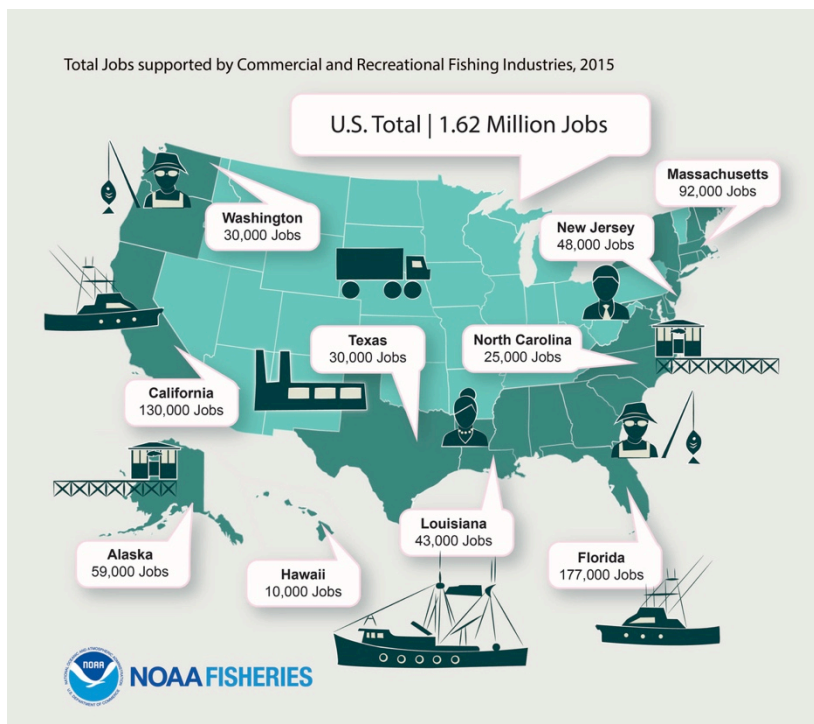


Figura 2.21 Estatísticas de pesca nos EUA pesca comercial e recreativa é responsável por 1,62 milhões de empregos.  
Fonte: NOAA/NMFS

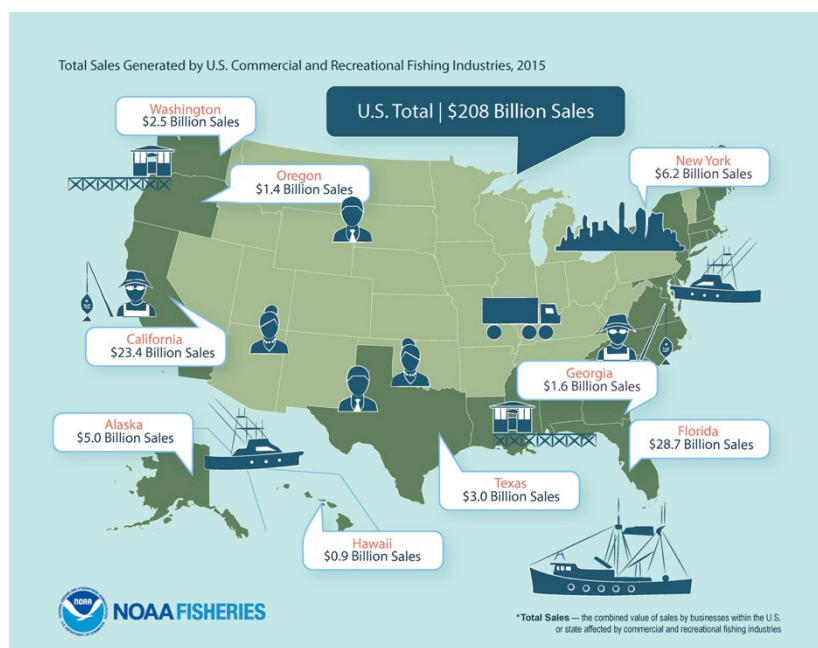


Figura 2.22 A economia dos EUA gera US \$ 208 mil milhões em vendas de empresas norte-americanas nos sectores de pesca comercial e recreativa.  
Fonte: NOAA/NMFS

### O sistema VMS dos EUA

O programa de monitorização da frota de pesca via satélite norte americano monitoriza atualmente mais de 4000 navios.

As unidades móveis enviam relatórios de posição que incluem identificação da embarcação, hora, data e local, e são mapeados e exibidos num sistema de informação geográfica no computador do utilizador final.

Cada embarcação envia uma posição por hora, podendo aumentar a frequência na proximidade de áreas ambientalmente sensíveis.

### **3 Monitorização da atividade de pesca via satélite**

#### Introdução

Os sistemas de monitorização da atividade de pesca via satélite, hoje designados internacionalmente por *Vessel Monitoring Systems* (VMS), surgiram no início dos anos 90 como resposta às limitações da fiscalização e monitorização da atividade de pesca longínqua.

Nessa década verificou-se uma escalada das tensões diplomáticas resultantes das disputas das diferentes frotas de pesca nacionais pelos recursos dos bancos de pesca em águas internacionais.

Estas tensões deram origem a conflitos diplomáticos internacionais, com particular destaque para o atlântico norte, na área de regulamentação da ORGP NAFO, já referido anteriormente.

Estas disputas tornaram evidentes por um lado, as carências e dificuldades dos meios de fiscalização da atividade de pesca em águas longínquas e por outro, a necessidade imperativa de monitorizar de forma eficaz e transparente, as movimentações das frotas de pesca, essenciais para a verificação do cumprimento das regras acordadas para as áreas de pesca regulamentadas.

#### Frotas de pesca

Os sistemas VMS foram inicialmente instalados nas frotas que atuavam em mares longínquos/águas internacionais, tipicamente fora do controlo das estruturas de fiscalização de pesca dos estados, normalmente dimensionadas para o controlo da atividade desenvolvida pelas frotas nacionais nas suas ZEE.

Posteriormente, foram sucessivamente alargados às frotas de pesca que atuam em águas sob jurisdição nacionais e atualmente discute-se a sua extensão à pesca artesanal.

### 3.1 Vessel Monitoring Systems

O sistemas VMS são sistemas de monitorização remota da atividade dos navios efetuada com base em dispositivos instalados previamente a bordo dos navios que se pretendem monitorizar e que se dizem por isso cooperantes (fig. 3.1).



Figura 3.1 Sistemas VMS  
Fonte: Xsealence S.A

### 3.1.1 Arquitetura

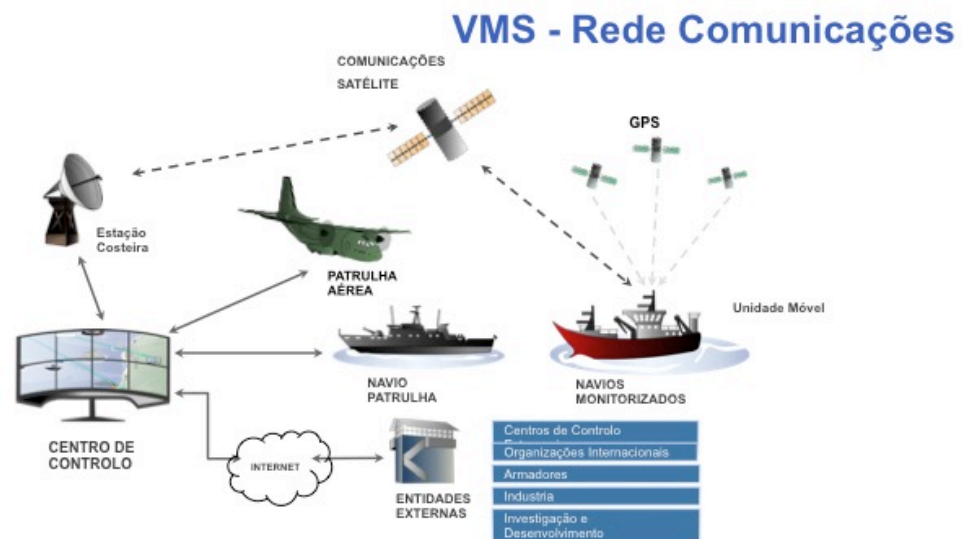


Figura 3.2 Arquitetura de um Sistema VMS

Fonte: Xsealence S.A

Um sistema VMS padrão (fig. 3.2) é tipicamente constituído pelos seguintes componentes intrínsecos:

#### Unidade Móvel

Equipamento instalado a bordo das embarcações que integram a frota monitorizada. Estes equipamentos, comumente designados por Caixas Azuis (*Blue Boxes*) determinam de forma autónoma as coordenadas geográficas da sua localização que registam internamente e transmitem de forma automática para um centro de controlo em terra, onde podem ser visualizadas num mapa.



### Sistema de navegação satélite

Constelação de satélites que fazem difusão de informação que permite a um receptor calcular a sua coordenada geográfica (latitude, longitude, altitude) e derivar destas o rumo e velocidade.

### Sistema de comunicações satélite

Constelação de satélites que assegura a capacidade de comunicação no tempo e no espaço geográfico monitorizado, entre as unidades móveis e um centro de controlo e vigilância da atividade de pesca.

### Centro de Controlo

Sistema de informação onde se arquiva, explora e dissemina a informação transmitida pelas Caixas Azuis. Neste sistema é possível monitorizar os movimentos da frota de pesca e verificar o cumprimento da regulamentação aplicável à sua área de operação.

## **3.1.2 Unidade Móvel**

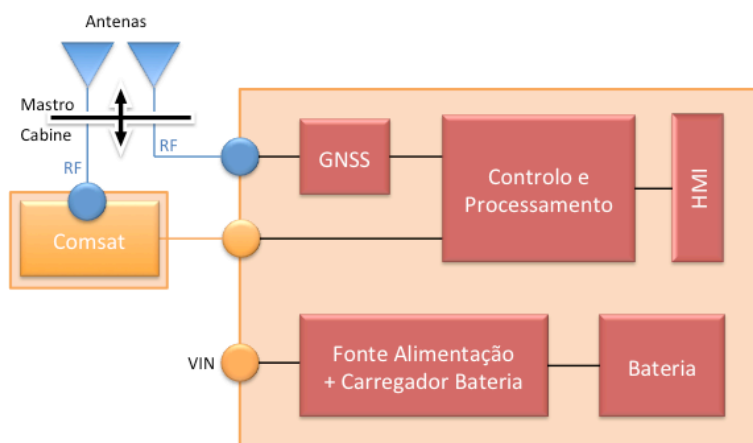
As unidades móveis dispõem tipicamente de um receptor GNSS, um equipamento de comunicação de dados via satélite (*comsat*), uma unidade de controlo e processamento, interface homem-máquina, fonte de alimentação e uma bateria interna recarregável.

### ***3.1.2.1 Configuração física e lógica***

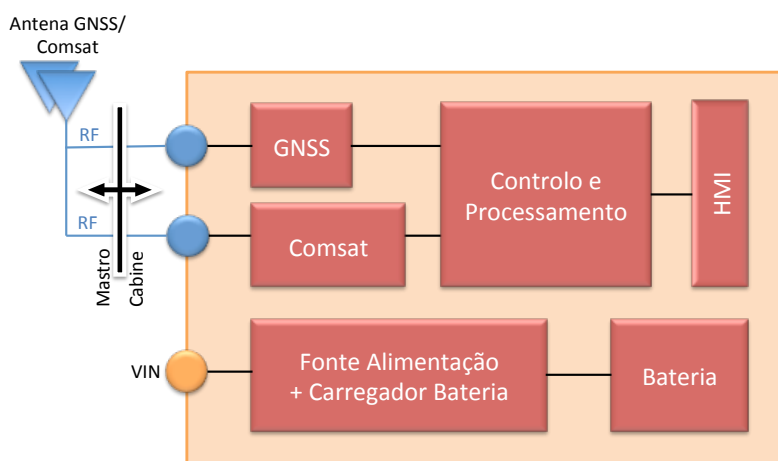
Estes dispositivos, também designados por Equipamentos de Monitorização Contínua (EMC), têm evoluído na sua configuração em função da evolução dos terminais de comunicações satélite disponíveis no mercado, à medida que estes foram diminuindo

de tamanho e configuração ou por surgirem em versões OEM<sup>34</sup>, próprias para integração noutros produtos.

Conforme se pode inferir nas figuras seguintes, as diferentes configurações surgem em função do local de instalação do equipamento no navio – cabine (*indoor*) ou mastro (*outdoor*) – e da possibilidade de integrar ou não o terminal *comsat* no invólucro do EMC.



EMC para instalação *indoor* com equipamento de comunicações satélite *indoor* mas externo à unidade móvel e antenas *outdoor*



EMC *indoor* com antena(s) *outdoor*

<sup>34</sup> OEM –Original Equipment Manufacturer.

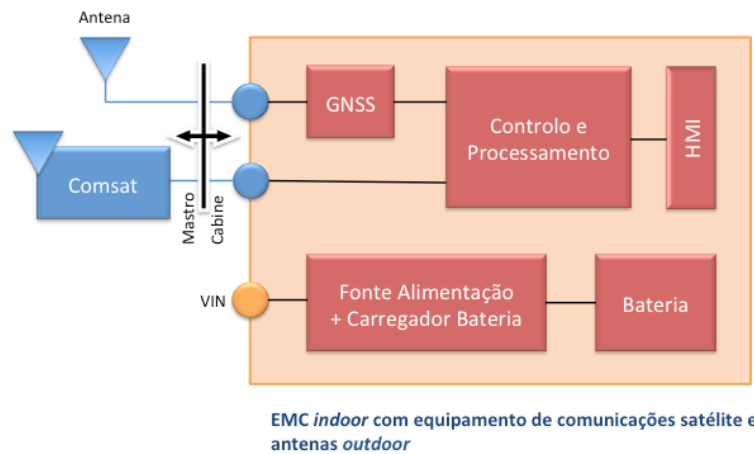


Figura 3.3 EMC para instalação na cabine (*indoor*) - Configurações típicas  
Fonte: Autor

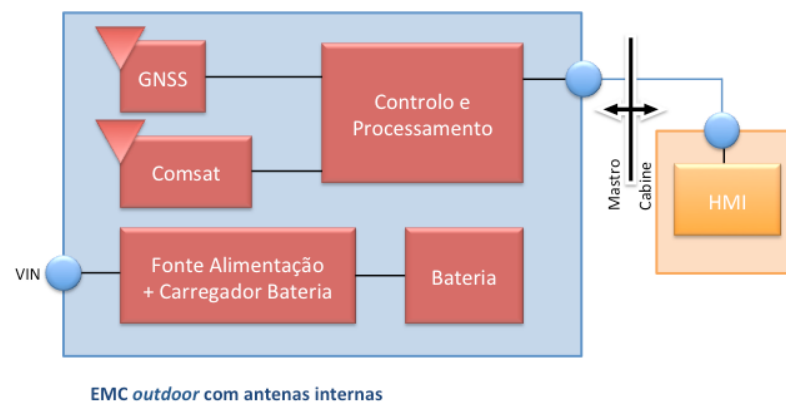
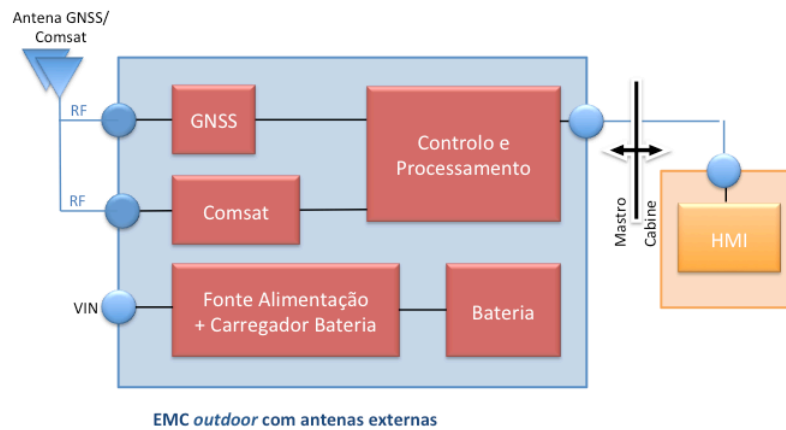


Figura 3.4 EMC para instalação no mastro (*outdoor*) - Configurações típicas  
Fonte: Autor

As configurações em que o EMC é instalado na cabine - *indoor* - e ligado por cabos de radiofrequência (RF) às antenas no exterior (fig. 3.3) têm como vantagens:

- A possibilidade de ter soluções de invólucros de maiores dimensões, o que permite integrar componentes mais volumosos;
- O invólucro ter requisitos mais reduzidos de resistência mecânica, ambiental e de impermeabilidade;
- Possibilidade de optar por soluções de dissipação de calor mais simples.

A principal desvantagem tem a haver com a necessidade de recorrer ao uso de cabos de RF para ligar o equipamento às antenas instaladas no mastro, nomeadamente:

- Limite nos comprimentos possíveis para os cabos de RF devido às perdas de sinal, o que limitam as opções de instalação e passagem de cabos possíveis ou exigem o recurso a amplificadores de sinal;
- Custo elevado dos cabos de RF por comparação com o custo de cabos de alimentação ou de dados;
- Custos de instalação mais elevados;
- Maior propensão a avarias por danos em cabos de RF.

A configuração em que o EMC fica instalado no mastro - *outdoor* - (fig. 3.4) tem como vantagens:

- A eliminação de cablagens de radiofrequência ou o recurso a cabos de pequena dimensão para a ligação a antenas próximas do equipamento;
- Maior facilidade de instalação e passagem de cabos de alimentação ou dados;
- Maior liberdade de escolha de locais de fixação no exterior por não existirem limitações no comprimento dos cabos;
- Menores custos de instalação.

Esta configuração apresenta como desvantagem:

- A exigência de invólucros mais dispendiosos, adequados aos requisitos de durabilidade e resistência a condições ambientais tais como: temperatura, humidade e radiação solar;

- No exterior as temperaturas são mais extremas, e os requisitos de impermeabilidade podem tornar os problemas de dissipação de calor mais complexos;
- Provável menor ciclo de vida do equipamento ou tempo médio entre falhas (MTBF), devido à exposição a condições ambientais extremas e resultante fadiga dos materiais.

### 3.1.2.2 Componentes da Unidade Móvel:

Descrevem-se em seguida os principais componentes internos do EMC.

#### Receptor GNSS:

A unidade receptora GNSS (fig. 3.5) está tipicamente disponível na forma de pequena placa de circuito impresso com interface RF para cabo de antena e porta série RS-232 de suporte para o interface de configuração e protocolo de dados conforme a norma NMEA 0183<sup>35</sup> (norma para que define um protocolo de comunicação de dados por porta série, adoptada largamente pelos fabricantes de equipamentos eletrónicos marítimos).

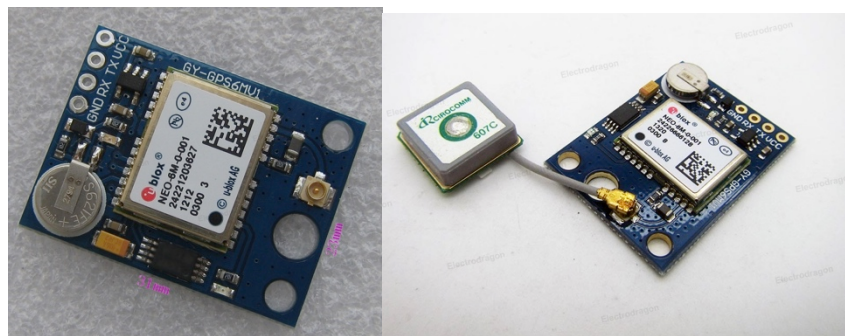


Figura 3.5 Exemplo de módulo GPS

Ref.: EDXGPS Ublox NEO-6 GPS Module w/Active Antenna, EERPOM, Battery

Fonte: Ublox

---

<sup>35</sup> NMEA – National Marine Electronics Association

## Equipamento de comunicações satélite

Equipamento de comunicações integrado na unidade móvel que atua como um *modem* para a aplicação de software embebida. Dispõe tipicamente de uma interface API através de uma porta série RS-232 que permite integrar o equipamento com a aplicação embebida responsável pela gestão do tráfego de mensagens enviadas e recebidas. Dependendo da forma física do equipamento considerado e a localização da sua antena (interna ou externa) poderão ser consideradas várias soluções de integração no invólucro físico da unidade embarcada (fig. 3.6 e fig. 3.7).



Figura 3.6 Exemplos de módulos externos de comunicações satélite  
Ref.: Inmarsat TT-3026 mini C, SkyWave IDP 690, Gilat MARINERAY 60P  
Fonte: Inmarsat, Skywave, Gilat



Figura 3.7 Exemplos de módulos internos de comunicações satélite  
Ref.: Globalstar STX3, Globalstar STINGR, Iridium Core 9523  
Fonte: Globalstar, Iridium Communications

## Unidade de controlo e processamento

Unidade de processamento e controlo dos módulos internos da unidade móvel. Surgem no mercado soluções cada vez mais poderosas reunindo numa mesma placa todos os recursos de computação, comunicação e interfaces de hardware necessários para executar uma aplicação de software capaz de controlar e comunicar com os restantes módulos internos (fig. 3.8).

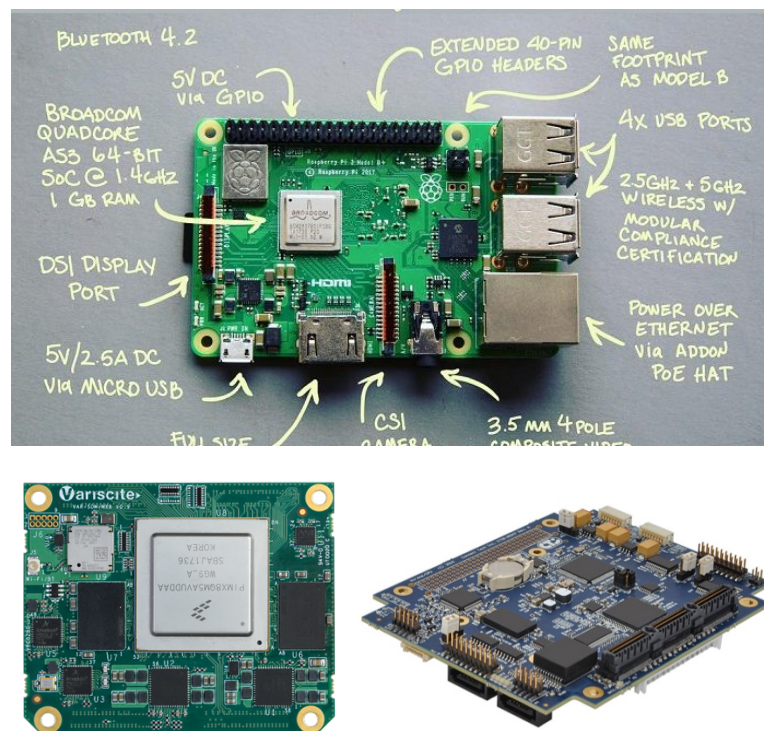


Figura 3.8 Exemplos de módulos de controlo e processamento  
Ref.: Raspberry Pi B+, SPEAR-MX8 : NXP i.MX 8, CTI PCIe/104 Single Board Computer  
Fonte: Raspberry, Spear, CTI

## Fonte de alimentação e circuito de carga de bateria

As tensões de entrada disponíveis nas embarcações de pesca são tipicamente 12VDC para embarcações de menor porte e 24VDC para as restantes.

As fontes de alimentação para este tipo de equipamentos devem assegurar as tensões e correntes de saída adequadas para alimentar os diferentes módulos internos e devem integrar um circuito de carregamento de bateria interna.

Uma vez que os navios necessitam de assegurar o ciclo completo da energia, desde a produção ao consumo, e dada a existência a bordo de máquinas elétricas com elevados consumos (guinchos, refrigeração), muitas vezes até com geradores dedicados, é natural que com o tempo (décadas) o projeto elétrico inicial “óptimo” da embarcação (geração, regulação, filtragem e circuito de distribuição) vá ficando desatualizado, com efeitos diretos na qualidade expectável das tensões de entrada efetivamente disponíveis. Esta realidade deve ter especial atenção no desenho da fonte de alimentação, em particular quanto a:

- Isolamentos galvânicos;
- Filtros supressores de picos e proteções para variações da tensão de entrada para lá dos limites previstos nas normas de fabrico;
- Proteção contra ruído elétrico conduzido ou radiado (compatibilidade eletromagnética);
- Risco de indução de corrosão galvânica(\*) por correntes de fuga.

(\*) Ver mais à frente neste capítulo, secção sobre os fenómenos de corrosão galvânica nas embarcações.

### Bateria interna

A bateria interna visa assegurar a capacidade do equipamento continuar a funcionar após a interrupção da alimentação externa. A unidade móvel pode recorrer à bateria interna como reserva de alimentação para se poder desligar de forma controlada ou para prolongar a sua operacionalidade em função da capacidade disponível. Poderão ser exploradas diferentes estratégias de funcionamento quando em modo bateria, em função dos consumos (desligando por exemplo módulos não essenciais) ou da gestão da carga da bateria (programando-se para se desligar e ligar em ciclos).



### Invólucro

Para além destes módulos internos, o equipamento embarcado possui um invólucro desenhado para instalação e operação em ambiente marítimo, podendo ter diferentes graus de proteção admissíveis (norma IEC 60529 – Grau de Proteção IP) em função do local de fixação, interior no caso de instalação em cabine (desde IP 53) ou exterior quando se faz a instalação num mastro da embarcação (IP 65 ou superior).

### Requisitos de desenho da unidade móvel:

Como equipamento de fiscalização, a unidade móvel deve ser ainda desenhada para funcionar num contexto não colaborativo, devendo possuir mecanismos de selagem do equipamento, deteção automática de abertura do equipamento, selagem do equipamento à embarcação e ainda impedir o acesso por um utilizador não credenciado às fichas de conexão dos cabos de ligação da antena e terminal.

### Normas Aplicáveis

Neste capítulo são identificadas as normas aplicáveis a esta classe de equipamentos e que devem ser consideradas desde a fase de desenho e desenvolvimento.

- IEC 60945 – Sistemas e equipamentos de radiocomunicações e navegação marítima

Certificação marítima aplicável por se tratar de equipamento eletrónico instalado a bordo de embarcações.

Esta norma internacional estabelece um conjunto abrangente de requisitos para o equipamento a certificar, nomeadamente:

- Requisitos de durabilidade e resistência a condições ambientais tais como: temperatura, humidade, radiação solar, resistência a óleos, corrosão, chuva, choque e vibração;

- Requisitos de compatibilidade eletromagnética: avaliação das interferências provocadas e da imunidade do equipamento a interferências radioeletétricas (conduzidas e radiadas);
- Requisitos de segurança (risco de exposição a radiação perigosa, risco de acesso a tensões perigosas);
- Requisitos para o desempenho da fonte de alimentação;
- Requisitos gerais de desempenho mínimo (manutenção, manuais, marcações e identificação).

○ Marcação CE

É um indicativo de conformidade obrigatória para este tipo de equipamentos para poderem ser comercializados nos países da União Europeia, Noruega, Islândia e Liechtenstein.

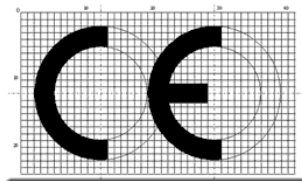


Figura 3.9 Marcação CE

Fonte: [http://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking/index_en.htm)

A marcação CE (fig. 3.9) indica a conformidade de um produto com a legislação harmonizada da União Europeia que se aplique a esse produto, ou seja, é a evidência dada pelo fabricante de que os produtos estão conformes com os requisitos estabelecidos em diretivas ou regulamentos baseadas na técnica legislativa da "Nova Abordagem", permitindo-lhes a sua livre circulação no Espaço Económico Europeu (EEE).

O fabricante é legalmente responsável por assegurar que um determinado produto quando colocado no mercado está em conformidade com as legislações que o abrangem.

○ IEC 60529 – Grau de proteção IP “Ingress Protection”

Norma internacional que define um conjunto de padrões e Classes de Proteção para classificar e avaliar o grau de proteção dos produtos eletrónicos contra intrusão (partes do corpo como mãos e dedos), poeira, contacto accidental e água. Os graus de proteção são designados por (IP XY) sendo XY dois dígitos de 0-9 conforme a tabela de graus de proteção IP da figura seguinte:














ÍNDICE DE PROTEÇÃO - IP					
PRIMEIRO ALGARISMO			SEGUNDO ALGARISMO		
IP	PROTEÇÃO CONTRA CORPOS SÓLIDOS		IP	PROTEÇÃO CONTRA LÍQUIDOS	
0		Sem proteção	0		Sem proteção
1		Proteção contra corpos superiores a 50mm (ex.: contactos involuntários da mão)	1		Protegido contra as quedas verticais de gota de água (condensação)
2		Protegido contra corpos sólidos superiores a 12mm. (ex.: dedos da mão)	2		Protegido contra quedas de águas com direção até 15° na vertical
3		Protegido contra corpos sólidos superiores a 2,5mm. (ex.: ferramentas, cabos)	3		Protegido contra a água da chuva com direção até 60° da vertical
4		Protegido contra corpos sólidos superiores a 1mm. (ex.: ferramentas finas, pequenos cabos)	4		Protegido contra as projeções de água em todas as direções
5		Protegido contra pó (sem sedimentos prejudiciais)	5		Protegido contra jatos de água em todas as direções
6		Totalmente protegidos contra o pó	6		Protegido contra os jatos de água semelhante a golpe do mar
			7		Protegido contra a imersão
			8		Protegido contra os efeitos prolongados da imersão sob pressão

Figura 3.10 Tabela de classes de proteção IP  
Fonte: Legrand

### 3.1.2.3 Corrosão galvânica

O tema da corrosão galvânica é transversal ao desenvolvimento de tecnologia para o mar ou para ambiente marítimo e por isso justifica-se incluí-lo neste trabalho.

A corrosão galvânica de peças metálicas críticas para a segurança das embarcações é um tema menos conhecido mas de real importância para a manutenção e segurança de quaisquer estruturas concebidas para o espaço marítimo. Este tipo de corrosão

acontece quando metais diferentes não estão isolados eletricamente e formam pares galvânicos. Quando em contacto com a água ou outro meio que possa funcionar como eletrólito, formam-se correntes de iões (à semelhança de uma pilha) que provocam a corrosão ou oxidação galvânica (perda de eletrões) do ânodo.

A seguinte tabela (fig. 3.11) ordena algumas ligas metálicas em função da sua predisposição para perder ou ganhar eletrões (oxidação/redução) o que permite avaliar o potencial galvânico entre dois metais quando em contacto elétrico e imersos num eletrólito, bem como identificar o metal que atuará como ânodo e que irá oxidar por este processo.

**Tabela II. Série galvânica de alguns metais e ligas imersos em água do mar (adaptado<sup>2</sup>).**

---

<b>Nobre ou Catódico</b>	↑	Platina
		Ouro
		Grafite
		Titânio
		Prata
		Aço inox 18-8
		Níquel
		Bronzes (Cu-Sn)
		Cobre
		Latões (Cu-Zn)
		Estanho
		Chumbo
		Ferros Fundidos
		Aço e Ferro
		Cádmio
<b>Activo ou Anódico</b>	↓	Alumínio comercialmente puro
		Zinco
		Magnésio e ligas de magnésio

---

Figura 3.11 Tabela – Série galvânica de alguns metais e ligas imersos em água do mar  
Fonte: Guia trabalho laboratorial- Dep. Eng<sup>a</sup> Mecânica –Escola Superior Tecnologia de Setúbal.

Alguns exemplos graves de corrosão galvânica, acontecem em peças do motor submersas, ao formarem um par galvânico com outras ligas de metal mais nobre ou catódico em contacto com a água (fig. 3.12). Outra fonte de corrosão galvânica pode ocorrer quando embarcações numa marina partilham a alimentação elétrica em terra e ficam interligadas eletricamente pelo circuito de terra. Os pares galvânicos surgirão em função dos diferentes metais em contacto com a água .



Figura 3.12 Exemplos de corrosão galvânica (ânodos).  
Fonte: [www.pcmarinesurveys.com](http://www.pcmarinesurveys.com)

### Corrosão galvânica por correntes de fuga

Quando numa embarcação se verificam correntes de fuga pelo circuito de terra do navio, fruto de avaria ou deficiência nos equipamentos ou cablagens elétricas que ficam em contacto com a estrutura do navio, nos pontos do casco em que a corrente elétrica se transfere para o meio aquoso, vai ocorrer perda de material da superfície externa que liberta iões negativos. Este tipo de corrosão eletroquímica de um metal forçado a funcionar como ânodo ativo é também designada por corrosão eletrolítica.

### Proteção catódica

A Proteção Catódica é uma técnica usada para controlar a corrosão de uma superfície metálica, tornando-a o cátodo de uma célula eletroquímica.

Para reduzir os processos de corrosão galvânicos descritos, bem como os inevitáveis processos de oxidação num casco metálico em contacto com a água, são afixados ao casco submerso peças de metal apropriado (ex.: magnésio ou zinco e mais recentemente ligas de alumínio) para funcionarem como ânodos de sacrifício (dadores de eletrões) que oxidam mais facilmente do que a liga metálica que se pretende proteger. São colocados estrategicamente em zonas mais suscetíveis de oxidar como uniões ou soldaduras ou junto do par metálico casco/hélice (fig. 3.13).

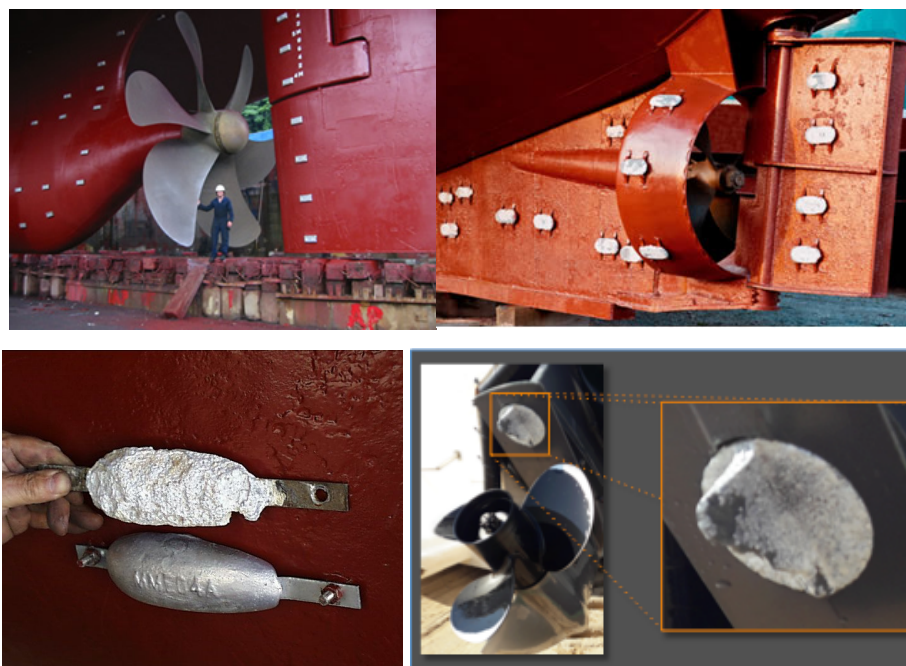


Figura 3.13 Exemplo de aplicação de ânodos de sacrifício

Fonte:

- (1) <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Ship-propeller.jpg>
- (2) <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/eletrodos-de-sacrificio.jpg>
- (3) <https://www.marinecue.it/wp-content/uploads/2017/03/anode.jpg>
- (4) Autor

Este método é designado por proteção catódica. O casco de metal, sendo a superfície que se pretende proteger, atua como cátodo e absorve os eletrões libertados pelo ânodo de sacrifício, impedindo ou limitando a sua oxidação.

Nos navios de grande porte modernos, a proteção catódica do casco metálico submerso faz-se através da colocação ao longo deste, de eléctrodos de referência que monitorizam o potencial elétrico da superfície metálica e de ânodos ativos ligados a uma fonte de alimentação de controlo e que libertam iões negativos para o meio aquoso circundante de forma a neutralizar o potencial elétrico na superfície do casco.

Este método de proteção contra a corrosão também é aplicado noutras estruturas metálicas que possam estar em contacto com meios húmidos, como condutas metálicas no subsolo ou plataformas offshore.

Para referência, no desenho e concepção de soluções de proteção da corrosão galvânica, existem um conjunto de normas internacionais relativas ao controlo da corrosão e à proteção catódica, nomeadamente a “ISO 12472-2017 *General principles of cathodic protection in sea water*”.

### **3.1.3 Satélites no espaço (The sky above us)**

Os satélites têm um papel de primeira importância nos sistemas VMS, como se verá no espaço que lhes é dedicado nos próximos capítulos.

Para o cálculo das coordenadas geográficas das embarcações de pesca e para a sua transmissão para um centro de monitorização, os sistemas VMS recorrem a serviços prestados por satélites que orbitam no espaço.

Neste tópico introduzem-se alguns aspetos comuns aos sistemas de satélites, antes de abordar com maior detalhe os serviços e constelações de satélites utilizados nos sistemas VMS para comunicações e posicionamento.

#### **3.1.3.1 Que satélites?**

Por cima das nossas cabeças, a partir dos 100 km de altitude, quando o atrito da atmosfera se torna suficientemente baixo, orbitam atualmente mais de 1850<sup>36</sup> satélites ativos, para telecomunicações, difundindo rádio, televisão e informação para navegação, em missões de espionagem, observando o planeta ou para testar e desenvolver tecnologias para espaço (fig. 3.14).

---

<sup>36</sup> UCS - UCS Satellite Database

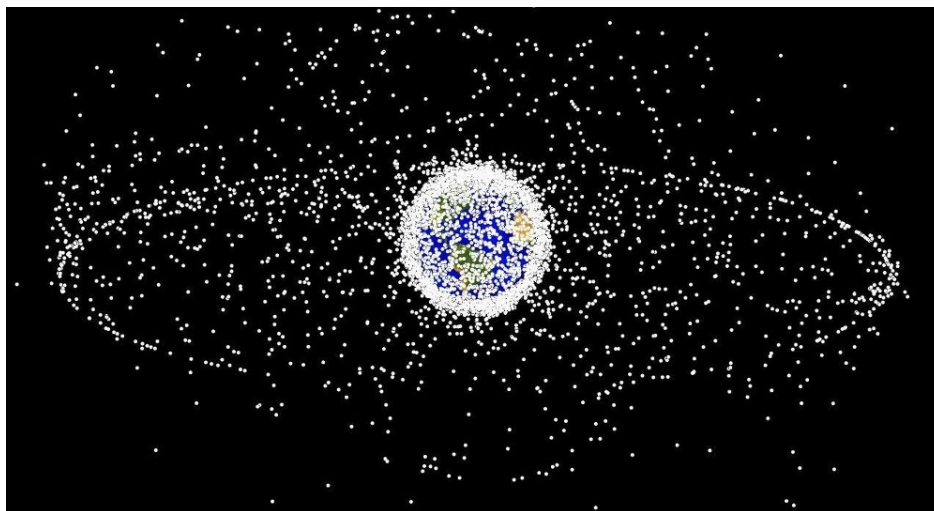


Figura 3.14 Satélites artificiais a orbitar a Terra  
Fonte: United Nations Register of Objects Launched into Outer Space

A ONU mantém através da OOSA<sup>37</sup> (Agência das Nações Unidas para o Espaço Exterior) uma base de dados de acesso aberto com todos os objetos lançados para o espaço<sup>38</sup>. O registo e divulgação tem por base a Convenção sobre o Registo de Objetos Lançados no Espaço Exterior, de 1974, que estabelece um conjunto de obrigações aos países ou entidades responsáveis pelo lançamento de satélites para o espaço, incluindo detritos gerados no lançamento.

Estes satélites variam em peso desde 1 kg para os microssatélites até às 10 toneladas ou peso superior, como no caso dos satélites de espionagem da classe KH-11. Com tempos de vida típicos entre os 5 e os 15 anos (fig. 3.15), vão-se acumulando no espaço e em conjunto com partes dos foguetões de lançamento e outros detritos espaciais, vão alimentando um problema real de lixo espacial<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> OOSA – United Nations Office for Outer Space Affairs

<sup>38</sup> OOSA - United Nations Registry of Space Objects – Online Index of Objects Launched into Outer Space

<sup>39</sup> Atualmente são monitorizados mais de 500 000 detritos no espaço que se deslocam com velocidades até 28 000 km/h.  
NASA - Space Debris and Human Spacecraft



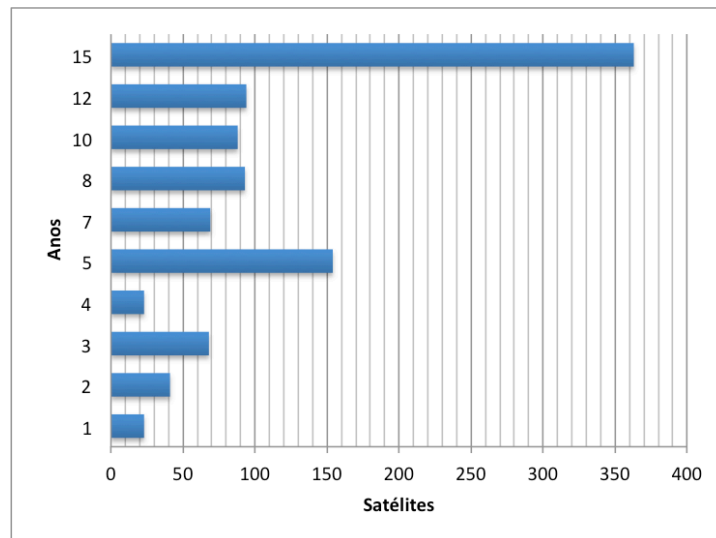


Figura 3.15 Tempo de vida útil dos satélites ativos  
Fonte: Autor, baseado em dados da UCS Satellite Database

A partir da base de dados de satélites ativos mantida pela UCS<sup>40</sup> é possível extrair as estatísticas sobre os países de origem e utilização dos satélites, apresentadas na figura seguinte:

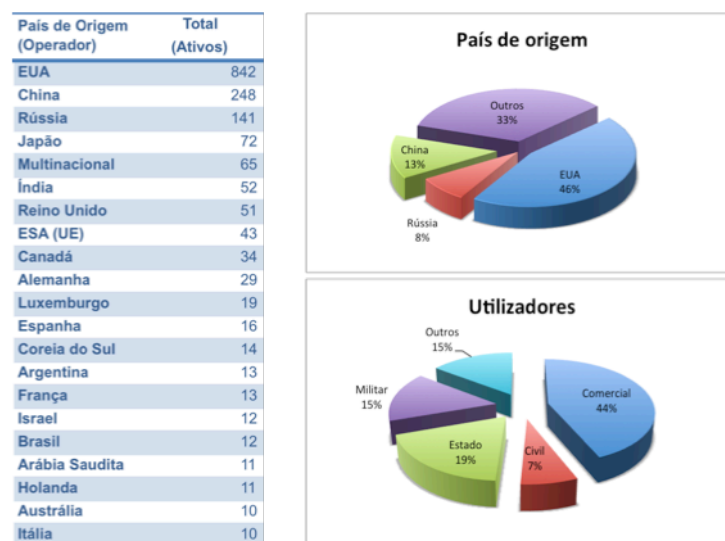


Figura 3.16 Países de origem e usos dos satélites ativos  
Fonte: Autor, baseado em dados da UCS Satellite Database

<sup>40</sup> UCS - UCS Satellite Database

Para além da sua função, os satélites também podem classificar-se em função da altitude<sup>41</sup> a que orbitam pelas seguintes classes de órbita (fig 3.17):

- GEO Geostationary Orbit
  - Altitude:  $\approx 36\,000$  km;
  - Cobertura: ideal para cobertura regional com um único satélite. Com um mínimo de 3 satélites é possível obter uma cobertura global;
  - Visibilidade: visibilidade móvel-satélite reduz-se para latitudes mais altas. Pior visibilidade em zonas urbanas;
  - Exemplos: sistemas de telecomunicações (fixas e móveis) e de difusão TV (Inmarsat, Intelsat).
  
- MEO Medium Earth Orbit
  - Altitude:  $\approx 6\,000 - 20\,000$  km;
  - Cobertura: são necessárias constelações de 10 a 20 satélites para cobertura global;
  - Visibilidade: boa visibilidade global;
  - Exemplos: sistemas de navegação satélite globais (GPS, GLONASS, Galileo).
  
- LEO Low Earth Orbit
  - Altitude:  $\approx 500 - 2\,000$  km;

---

<sup>41</sup> Devido à necessidade de minimizar o dispêndio de energia em correção e manutenção da órbita, para uma órbita circular, a altitude do satélite é tipicamente determinada pelo período da órbita pretendido e consequente velocidade de deslocação, conforme a seguinte relação entre o raio da órbita ( $R_{orb}$ ) e a velocidade do satélite ( $V_{sat}$ ):  $R_{orb} = G \cdot M_{terra} / V_{sat}^2$ . Sendo  $G$ =aceleração da gravidade ( $6.673 \times 10^{-11}$  N m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>) e  $M_{terra}$ = massa da terra ( $5.98 \times 10^{24}$  kg). Daqui resulta que a altitude varia inversamente com o quadrado da velocidade e é independente da massa do satélite. Uma órbita geoestacionária, ou seja, com um período orbital de  $\approx 24$ h, deverá ter o raio ( $R_{orb}$ =raio da terra + altitude do satélite) necessário para que as acelerações gravítica e centrífuga se igualem. Altitude de  $\approx 36\,000$  km para um período de 24h e cerca de  $20\,000$  km para 12h.

- Cobertura: são necessárias constelações de mais de 50 satélites para cobertura global contínua. Um único satélite pode ser usado em modo *store and forward*<sup>42</sup> para uso localizado e descontínuo;
  - Visibilidade: depende do número de satélites da constelação;
  - Exemplos: observação da Terra (Landsat, Spot, Radarsat), meteorologia, sistemas de comunicações móveis (Iridium, Orbcomm), ISS, Hubble.
- HEO Highly Elliptical Orbit
    - Altitude: 1000/20 000 - 30 000/50 000 km;
    - Cobertura: Cobertura regional. São necessárias constelações de 3 ou 4 satélites para cobertura contínua;
    - Visibilidade: Limitada à zona de cobertura regional. Melhor visibilidade em zonas urbanas ou com obstáculos devido ao ângulo de elevação mais alto;
    - Exemplos: serviços de telecomunicações regionais (Molniya, Ellipso).

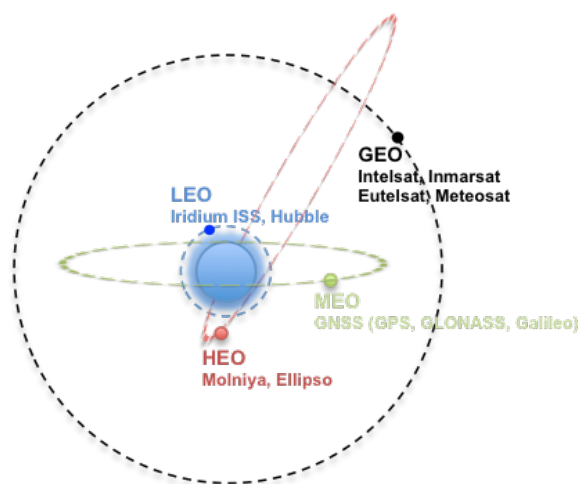


Figura 3.17 Classes de Órbita dos Satélites

---

<sup>42</sup> *Store and forward* – modo em que a unidade móvel transmite uma mensagem para o satélite quando este está visível e a mensagem fica armazenada no satélite até poder ser transmitida para uma estação terrestre.

As órbitas podem ainda ser caracterizadas pela sua forma (circular ou elítica) e pelos planos em que se deslocam (equatoriais, polares ou inclinados).

Os satélites geoestacionários descrevem órbitas circulares em planos equatoriais na faixa dos 36.000 km de altitude e a velocidades que lhes permitem permanecerem na mesma posição aparente para um observador na superfície.

É caso dos grandes satélites de telecomunicações e de difusão de televisão que conseguem grandes áreas de cobertura e permitem que as antenas em terra possam ter uma orientação fixa.

O recurso a satélites de comunicações geoestacionários é particularmente eficaz para assegurar a cobertura em grandes áreas da superfície do planeta a partir de uma infraestrutura reduzida.

Os satélites com órbitas LEO, pela menor distância à superfície beneficiam de menores atrasos nas comunicações e menores perdas de propagação do sinal, relevantes para serviços de comunicações móveis. Com menores áreas de cobertura (*footprint*), exigem em contrapartida grandes constelações de satélites para uma cobertura global.

A partir da mesma base de dados anterior é possível extrair o seguinte quadro (fig 3.18) que cruza a classe de órbita com o perfil dos utilizadores:

Utilizadores	Classe de Órbita				Total
	Elítica	GEO	LEO	MEO	
Comercial	21	353	435	15	824
Estado	6	68	257	25	356
Militar	8	38	193	53	292
Militar/Estado/Comercial		9	198	2	209
Civil	5	36	80	15	136
Militar/Estado/Civil		44	23	2	69
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>548</b>	<b>1186</b>	<b>112</b>	<b>1886</b>

Figura 3.18 Classes de órbita e Utilizadores

Fonte: Autor, baseado em dados da UCS Satellite Database

### 3.1.3.2 Satélites miniaturizados para investigação espacial

Surgiram inicialmente como uma resposta às necessidades da comunidade académica que procurava formas práticas e viáveis de ter acesso ao espaço. Assim surgiu uma proposta de norma, Classe CubeSat<sup>43</sup>, que visava uniformizar fisicamente os satélites (em múltiplos de 10 cm<sup>3</sup>), reduzir custos de fabrico recorrendo a componentes COTS<sup>44</sup> e desenvolver mecanismos partilhados de lançamento e controlo com vista a encontrar formas económicas de fazer I&D no espaço.

### 3.1.3.3 Micro, nano e pico satélites

Face ao inovador peso e volume desta classe de satélites, que podiam ser lançados em missões como carga secundária, foi-se afirmando um novo e radical conceito *low cost* para o desenvolvimento e lançamento de microssatélites.

Para referência, segue-se a seguinte definição baseada na massa dos satélites:

- Microsatélite: 10 a 100 kg;
- Nanosatélite: 1 a 10 kg;
- Picosatélite 100 g a 1 kg.

A norma CubeSat varia entre 0,2 kg e os 40 kg para volumes entre 0,25U e 27U (U=10 cm<sup>3</sup>).

Este nicho de atividade criou um movimento que muito contribuiu para o crescimento da atividade académica ligada ao espaço (refira-se a título de exemplo, a iniciativa CanSat promovida pela agência espacial europeia<sup>45 46</sup>) e para democratizar o acesso a projetos espaciais (fig. 3.19).

---

<sup>43</sup> CUBESAT - The CubeSat Program

<sup>44</sup> COTS - Commercial Off-The-Shelf.

<sup>45</sup> ESA – CanSat

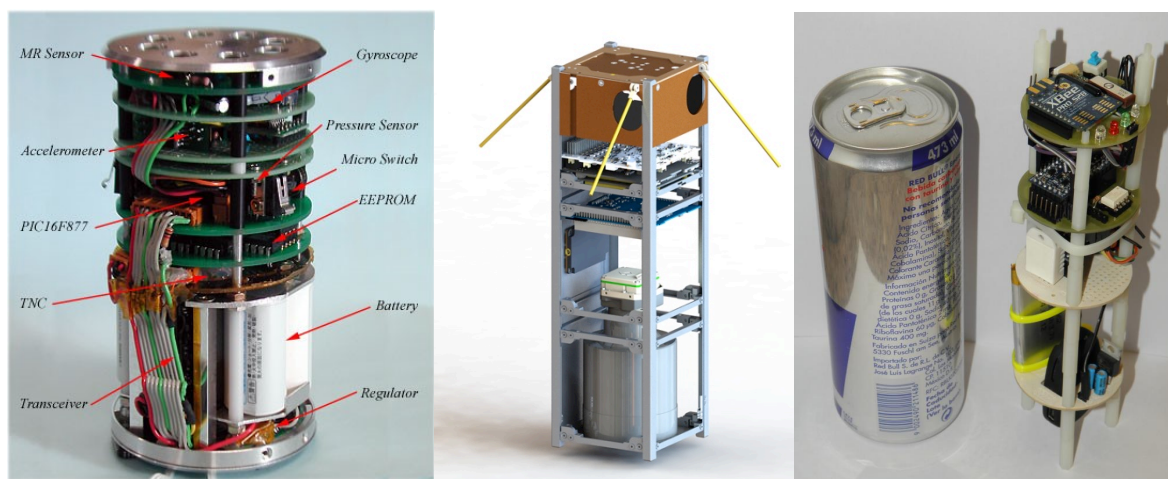


Figura 3.19 Exemplos de picosatélites (CubeSat, CanSat)

Fonte: Web

(1) <https://esero.ie/project/cansat-201718/>

(2) <https://nasa.asu.edu/sun-devil-satellite-laboratory?destination=node%2F166>

(3) [https://www.researchgate.net/figure/CanSat-prototype-equipped-with-temperature-humidity-sensors\\_fig5\\_317840722](https://www.researchgate.net/figure/CanSat-prototype-equipped-with-temperature-humidity-sensors_fig5_317840722)

Hoje em dia é comum universidades terem os seus satélites no espaço, ou surgirem privados a anunciar projetos de lançamento de constelações de satélites.

Em reforço desta ideia juntam-se referências de projetos nacionais em curso para desenvolver e lançar micro ou nanosatélites:

- GamaSat – U. Porto – 3U – Lanç. Dez/19 - Projeto CE QB50 (rede internacional de 50 CubeSats para medições in-situ multiponto na região mais baixa da termosfera (90-350 km)+ investigação em reentrada na troposfera;
- IST nanosat 1 – IST - U. Lisboa – 1U – Lanç. Dez/19 - Teste de um receptor ADS-B (1090MHz) para monitorização de tráfego aeronáutico;
- MECSE – UBI – 3U – Lanç. Dez/20 – Medir e manipular a camada de plasma ionosférico;
- Projeto Infante – Tekever + consórcio – 16 U - Lanç. Dez/20 - projeto de I&D de um consórcio nacional (empresas e centros de I&D), para o desenvolvimento de um microsatélite (20x20x40 cm e até 25 kg) com

---

<sup>46</sup> ESA CanSat 2018 (Campanha de lançamentos de 2018 realizada nos Açores envolvendo as equipas vencedoras nacionais de mais de 18 países)  
ESA – ESA CanSat 2018

comunicações, sensores para observação da Terra e monitorização de tráfego aéreo e marítimo, pensado para operação em rede numa constelação de 12 satélites.

Entretanto, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior acaba de anunciar que Portugal e China vão criar em 2019, um laboratório conjunto de investigação e desenvolvimento tecnológico, direcionado para a construção de microssatélites e observação dos oceanos (STARLab)<sup>47</sup>, com um investimento global de 50 milhões de euros a cinco anos.

#### *3.1.3.4 Is Satellite the new black?*

Sendo normal neste universo serem mais frequentes os anúncios de intenções do que as realizações, o que é compreensível face às variáveis envolvidas, parece razoável concluir que a indústria de desenvolvimento, fabrico e lançamento de satélites está bem e recomenda-se e que a era do clube restrito de países com acesso ao espaço é coisa do passado.

Refira-se a propósito desta mudança de paradigma no acesso ao espaço que entre os mais de 1800 satélites ativos, cerca de 200 são propriedade de uma empresa de capitais privados, a Planet Labs que desenvolve atividade na obtenção de imagens da terra.

Para corroborar a dinâmica de anúncios e projetos que envolvem o lançamento de novos satélites e constelações cada vez mais numerosas, listam-se de seguida alguns exemplos de programas em curso para colocação de satélites no espaço :

- Programa espacial da UE

---

<sup>47</sup> STARLab

GOV.PT - Portugal e China criam laboratório para o espaço e os oceanos

A União Europeia tem em curso um programa espacial ambicioso que inclui a conclusão até 2020 do sistema de navegação satélite Galileo<sup>48</sup> e o prosseguimento do calendário de lançamentos da família de satélites de observação da Terra do programa Copernicus<sup>49</sup>.

- China e a longa marcha para o espaço

De realçar a força da aposta da China no espaço.

Juntamente com o sistema de navegação por satélite BeiDou, a China está também a construir o seu sistema civil de observação da Terra (Gaofen) e respetiva versão militar (Yaogan), bem como as constelações de satélites meteorológicos (Fengyun) e de observação oceânica (Haiyang), entre outros. Todos eles têm agendados lançamentos em 2018.

- Mega constelações

A OneWeb Satellites<sup>50</sup> em consórcio com a Airbus anunciaram em 2017 uma joint-venture para a produção em série de satélites com o objetivo de criar uma constelação de 900 a 2000 satélites. O objetivo seria criar uma rede de acesso universal à internet até 2027. Com um peso de 145 kg cada, serão lançados em grupos de 32-36 satélites para criarem uma teia de satélites a orbitarem a cerca de 1.200 km da superfície terrestre (fig. 3.20).

A OneWeb não está sozinha neste corrida. Também outras empresas como a SpaceX com o projeto de constelação Starlink<sup>51</sup>, a Boeing, ViaSat e

---

<sup>48</sup>Galileo

GSA - Galileo is the European global satellite-based navigation system

<sup>49</sup> Programa Copernicus

CE – Copernicus, Europe's eyes on Earth

<sup>50</sup> OneWeb Satellites

ONEWEB - Revolutionizing the Economics of Space

<sup>51</sup> BOYLE - FCC OKs SpaceX's plan for 7,500 satellites in very low Earth orbit (and its rivals' plans). GeekWire



Facebook (Projeto Athena), já solicitaram aprovações regulatórias<sup>52</sup> para projetos idênticos ou ainda mais ambiciosos.

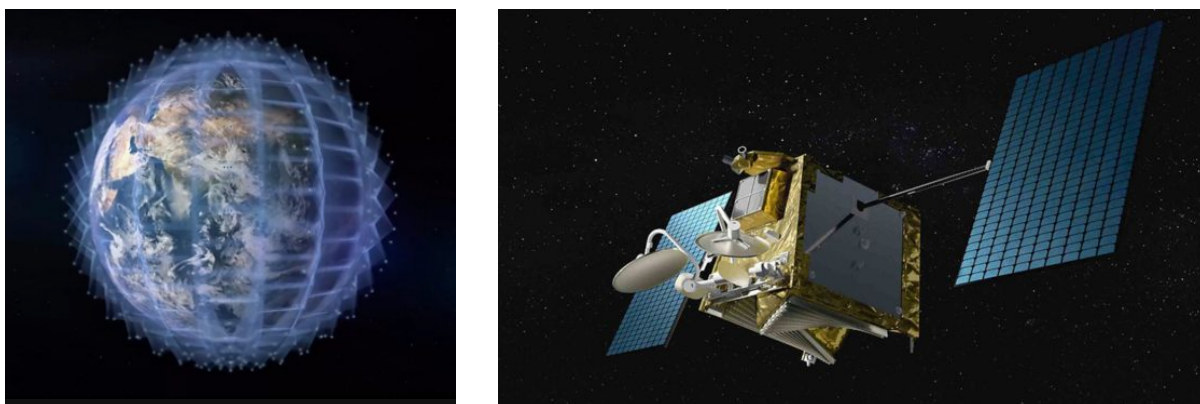


Figura 3.20 Cada satélite tem cerca de um metro de diâmetro e pesa menos de 150 kg  
Fonte: OneWeb Satellites

### *3.1.3.5 Nova corrida ao espaço ou apenas satélites para todos?*

Após o colapso da URSS, as agências espaciais dos EUA e Rússia viram o seu monopólio do desenvolvimento de tecnologia espacial ser esbatido quer pela redução do financiamento estatal disponível quer pelo surgimento de novos atores públicos e privados concorrentes. Estas duas mega agências públicas que atingiram os seus apogeu durante a guerra fria e monopolizavam o acesso a veículos lançadores de maior capacidade, viram os seus papéis serem progressivamente reduzidos. Primeiro na Rússia, com as graves dificuldades orçamentais que o sector espacial russo teve de enfrentar e mais recentemente nos EUA, com a NASA a ver os seus projetos e respetivo financiamento serem disputados em concorrência com um sector espacial privado cada vez mais ambicioso e capaz.

Se por um lado a atual efervescência de projetos de novas constelações de satélites resulta da aposta por parte de diferentes países no desenvolvimento de capacidades

---

<sup>52</sup> A atribuição de licenças de utilização de espectro no espaço é regulada pela UIT/ITU, agência da ONU para a regulação internacional das telecomunicações. O desenho das constelações de satélites também é condicionado pelas frequências disponíveis e respetivas características de propagação bem como pela avaliação dos riscos de interferência provocada por outras constelações a operar em frequências próximas. A confirmação prévia de direitos de utilização de espectro torna-se por isso uma condição crítica no desenho das novas constelações.

próprias, assentes no objetivo estratégico da independência tecnológica (casos da UE, China, Índia e Japão) por outro lado assistimos a uma redução crescente das barreiras económicas, tecnológicas e políticas de acesso ao espaço. O desenvolvimento de tecnologia espacial saiu definitivamente da esfera do estado e passou a ser disputada por privados que competem para eliminar barreiras e simplificar o acesso ao espaço.

#### Competição entre constelações

Em reforço do que foi dito até aqui, no contexto do processo negocial do Brexit e em defesa da sua indústria espacial, do Reino Unido chegam ecos recentes, sobre a hipótese de desenvolver um sistema de navegação satélite próprio em alternativa ao Galileo.<sup>53</sup>

### **3.1.4 Sistemas globais de navegação por satélite (GNSS)**

#### O que são?

Os sistemas globais de navegação por satélite (GNSS – Global Navigation Satellite System) são formados por constelações de satélites com cobertura global e são concebidos para fazerem difusão contínua de informação que quando captada e processada por um receptor em qualquer parte do globo lhe permite primeiro determinar a sua posição relativa à constelação e posteriormente converter essa posição numa coordenada de um dado sistema de coordenadas terrestres.

Existem atualmente 4 sistemas globais em operação, embora em diferentes estádios de desenvolvimento. São eles o pioneiro sistema NAVSTAR<sup>54</sup> ou GPS<sup>55</sup> dos EUA, o GLONASS da Federação Russa, o chinês BeiDou (Sistema de Navegação e Posicionamento por Satélite) e o sistema Galileo administrado pela UE.

---

<sup>53</sup> *BBC News - Galileo: Funding pledge for UK rival to EU sat-nav system*

<sup>54</sup> NAVSTAR - NAVigation Satellite with Time And Ranging. Nome oficial do GPS norte-americano.

<sup>55</sup> GPS é simultaneamente usado como referência ao sistema norte-americano NAVSTAR ou como referência a um sistema de posicionamento global genérico.

Existem ainda outros sistemas de navegação por satélite, mas de cobertura regional, como o Sistema Satélite de Navegação Regional Indiano (IRNSS) e o Sistema Quasi-Zenith Satellite (QZSS) do Japão.

#### 3.1.4.1 Princípio de funcionamento

Num sistema de navegação satélite, a informação difundida por cada satélite inclui marcadores temporais de elevada precisão (relógios atômicos com precisões de  $\pm 5$  unidades em  $10^{-11}\text{s}$ <sup>56</sup>) bem como informação detalhada sobre a sua órbita. Esta informação permite a um recetor medir o tempo de propagação<sup>57</sup> do sinal rádio entre o satélite e o recetor. Sendo conhecidas as localizações exatas de pelo menos três satélites para um mesmo instante e os respetivos tempos de propagação (ou distâncias percorridas pelo sinal rádio), é possível em teoria, calcular<sup>58</sup> a posição do receptor em relação à constelação conforme figura seguinte.

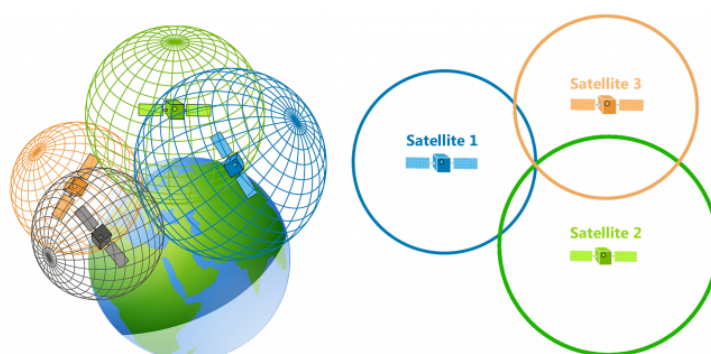


Figura 3.21 Exemplo de determinação da posição a partir das distâncias a 3 satélites  
Fonte: <https://gisgeography.com/trilateration-triangulation-gps/>

---

<sup>56</sup> Novatel Inc. - *An introduction to GNSS - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems*

<sup>57</sup> Cerca de 60 milissegundos para percorrer uma distância de 20 000km à velocidade da luz. Para se perceber a importância dos erros nos relógios usados, uma precisão de  $\pm 10$  nanossegundos corresponde a  $\pm 3$  metros na estimativa da distância percorrida.

<sup>58</sup> Método designado por trilateração por envolver apenas o cálculo de distâncias e diferente de triangulação que envolve a medida de ângulos.

Na prática são necessários pelo menos quatro para compensar as diferenças de precisão entre os relógios atômicos do satélite e dos receptores (*time drift*) e que condicionam diretamente a qualidade da medida das distâncias percorridas pelo sinal.

Assim, o desenho das constelações GNSS (nº de planos de órbita, nº de satélites por plano, período da órbita) deve assegurar a existência de um mínimo de 4 satélites visíveis pela antena do recetor GNSS. No mar, visíveis significa estarem pelo menos 5 graus acima da linha do horizonte. Para referência, a constelação GPS na sua configuração atual garante um mínimo de 8 satélites visíveis em qualquer parte do globo.

O desempenho de um GNSS pode ser avaliado usando quatro critérios:

- **Precisão:** a diferença entre a posição, velocidade ou tempo real e medida no receptor;
- **Integridade:** a capacidade de um sistema para fornecer um limiar de confiança e, no caso de uma anomalia nos dados de posicionamento, um alarme;
- **Continuidade:** a capacidade de um sistema funcionar sem interrupção;
- **Disponibilidade:** a percentagem de tempo que um sinal atende aos critérios de exatidão, integridade e continuidade.

#### **3.1.4.2 Principais fontes de erro**

Para desafiar o desempenho de um sistema GNSS existem um conjunto de fontes de erro bem conhecidas e que se podem associar em dois grupos:

- A. Erros de estimativa de cálculo da distância controláveis no recetor;
- B. Erros na informação enviada pelos satélites, controláveis pela rede de estações terrenas de monitorização e controlo da operação da constelação.

## A. Fontes de erro controláveis no receptor que afetam a precisão da posição

### A.1. Configuração ou geometria da constelação

A geometria da configuração dos satélites usados no cálculo de uma posição afeta diretamente o nível de precisão da posição calculada.

Para um mesmo nível de incerteza entre a posição real do satélite e a posição estimada, vemos na figura seguinte que dependendo da forma como os satélites se distribuem no espaço visível em relação à antena do receptor, podemos ter maiores ou menores áreas de incerteza (fig.3.22).

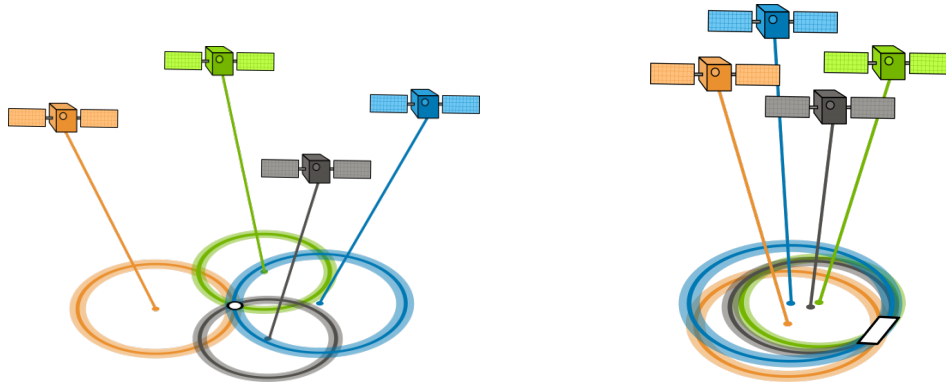


Figura 3.22 Exemplos de geometria com um valor de PDOP menor (melhor) e maior (pior).  
Fonte: <https://gisgeography.com/>

O efeito da geometria dos satélites no erro de posição é designado por diluição da precisão (DOP – Dilution Of Precision) e tem vários subindicadores associados (GDOP, PDOP, HDOP, VDOP, TDOP) e que podem ser calculados no recetor (fig. 3.23).

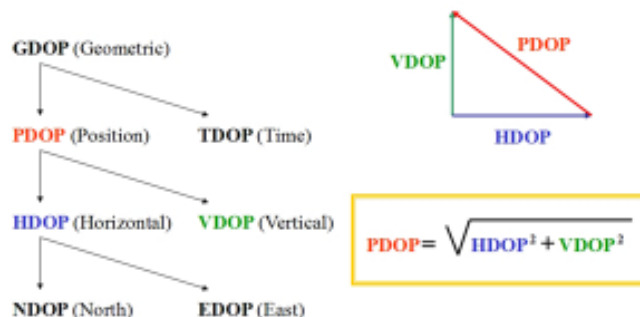


Figura 3.23 Indicadores de diluição de precisão (DOP-Dilution Of Precision)  
Fonte: <http://3grt.fr/en/comprendre-le-gps>

Assim a DOP é uma variável que representa uma medida da qualidade da geometria dos satélites usados e que é calculada pelo recetor. Quanto menor o valor melhor a geometria.  $DOP < 6$  é considerado bom para as aplicações de navegação comuns. Na figura seguinte podemos ver exemplo com valores reais de DOP, PDOP e HDOP calculados para um utilizador numa determinada coordenada, considerando 3 constelações de satélites (fig 3.24).

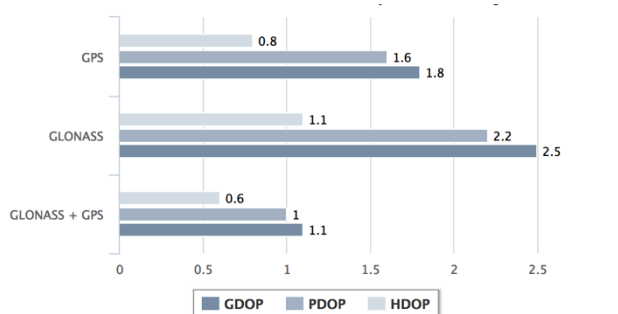


Figura 3.24 Exemplo com monitorização em tempo real da diluição de precisão para 3 constelações de satélites GNSS num ponto do globo (elevação  $\geq 5^\circ$ )  
 Fonte: <https://www.glonass-iac.ru/>

## A.2. Atrasos na propagação do sinal rádio na atmosfera

Os sinais GNSS viajam desde o vácuo do espaço e atravessam várias e diferentes camadas de atmosfera até chegarem à antena do recetor. Neste percurso podem ocorrer refrações e reflexões do sinal recebido, percorrendo caminhos mais longos que o direto entre emissor-recetor, contribuindo diretamente para o erro de estimativa da distância entre ambos. Nestes atrasos podemos distinguir os provocados por multipercursos e os atrasos provocados na propagação do sinal pelas diferentes camadas da atmosfera (erros ionosférico e troposférico):

- Atraso multipercurso – erro provocado pela ocorrência de reflexões em obstáculos do sinal rádio emitido pelos satélites. Estes sinais vão percorrer maiores distâncias que o percurso direto, pelo que se forem suficientemente fortes podem interferir com o sinal pretendido. Podem ser corrigidos ignorando as versões que cheguem mais tarde. Já não será tão eficaz nas

situações em que existe obstrução do sinal e apenas chegam sinais refletidos ao recetor.

- Atraso ionosférico - erro introduzido no cálculo da distância ao satélite provocado pelo percurso não linear da propagação do sinal rádio ao atravessar a ionosfera, região da atmosfera mais ionizada (moléculas de gás ionizadas pelas radiações ultravioleta do sol) que ocorre entre os 70 a 1000 km e que mais afeta a propagação do sinal (fig. 3.25).

Os atrasos ionosféricos são dependentes da frequência do sinal e podem ser eficazmente mitigados no recetor, comparando os cálculos das distâncias a partir de sinais com frequências distintas (ex.: GPS: sinal L1 e L2).

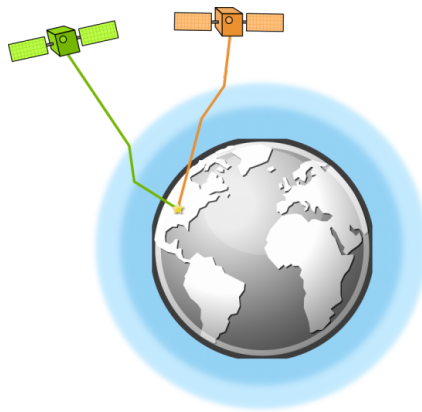


Figura 3.25 Atrasos de propagação por refrações na atmosfera.

Fonte: <https://gisgeography.com/>

- Atraso troposférico – Atraso que ocorre na camada inferior da atmosfera (altura variável entre 17km a 20km). É função das condições locais de temperatura, pressão e humidade relativa. Ao contrário do erro ionosférico, não depende da frequência mas pode ser compensado recorrendo a modelos para predição da troposfera.

Quanto menores as elevações dos satélites face ao recetor (<15 graus) maiores os atrasos.

B. Erros na informação enviada pelos satélites, controláveis pela rede de estações terrenas de monitorização e controlo da constelação de satélites:

Os erros com origem nos satélites incluem erros de relógio (*clock drift*) e de parâmetros da sua órbita ou efeméride<sup>59</sup>. Em ambos os casos são erros de muito elevada precisão mas suficientes para terem impacto no erro de posição calculada.

A órbita de um satélite flutua dentro de limites operacionais e necessita de ajustes regulares, podendo mesmo em casos mais extremos ser retirado de serviço e a sua órbita ajustada usando pequenos propulsores de foguete.

As estações terrestres monitorizam continuamente os satélites e ajustam regularmente as informações orbitais e de relógio para manter essas informações transmitidas o mais precisas.

Na internet, no URL:<https://www.glonass-iac.ru/en/GLONASS/ephemeris.php>, é possível consultar em tempo real a tabela com os parâmetros de órbita para cada satélite da constelação GLONASS.

A tabela seguinte (fig. 3.26) permite ter uma ideia da importância relativa das diferentes fontes de erro no cálculo da distância ao satélite, com destaque para o erro ionosférico:

---

<sup>59</sup> A efeméride e o almanaque são partes da mensagem de navegação transmitida pelos satélites GPS. A efeméride é única para cada satélite e contém informação detalhada da sua órbita (válida para +/- 2 horas), estado operacional e coeficientes de correção do relógio. Demora cerca de 30 segundos a ser transmitida.

A informação constante no almanaque é comum a todos os satélites e contém informação orbital menos precisa que a efeméride, relativa a toda a constelação, válida por mais de 30 dias. Demora cerca de 12,5 minutos a ser transmitida.



Contributing Source	Error Range
Satellite Clocks	±2 m
Orbit Errors	±2.5 m
Ionospheric Delays	±5 m
Tropospheric Delays	±0.5 m
Receiver Noise	±0.3 m
Multipath	±1 m

Figura 3.26 Importância das diferentes fontes de erro no cálculo da distância do recetor ao satélite  
 Fonte: *An introduction to GNSS - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems*, Novatel 2ªEd, 2015

### 3.1.4.3 Sistemas GNSS em operação

Entre os sistemas GNSS atualmente disponíveis (fig. 3.27), o Galileo é o único sistema de génese civil. O GPS e o GLONASS nasceram como sistemas militares e evoluíram para sistemas de duplo uso (civil e militar).

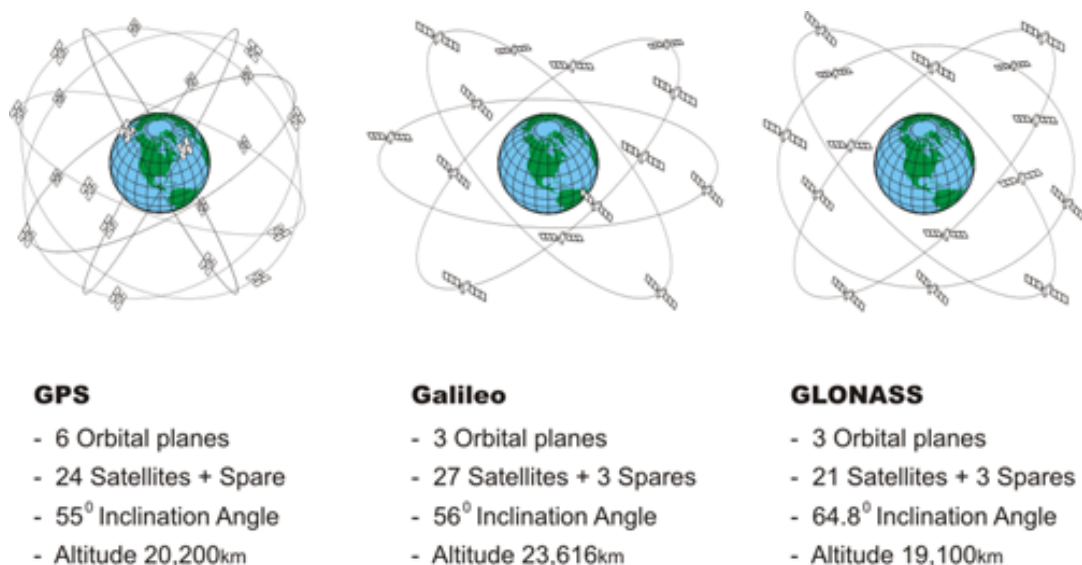


Figura 3.27 Três constelações GNSS  
 Fonte: Jan Van Sickle, *GPS for Land Surveyors*, CRC Press, 2015

Estes três sistemas globais assumiram o objetivo de serem interoperáveis, o que significa terem estruturas de sinal, de sistemas de coordenadas e sincronismo de relógios compatíveis.

O sistema BeiDou, em desenvolvimento, persegue também esse objetivo futuro. Todos assumem o compromisso de gratuidade do serviço civil (GPS, Glonass, BeiDou e Galileo).

### Bandas de frequência e sinais GNSS

Os sistemas GNSS usam sinais na parte inferior da banda de frequências L (1GHz a 2GHz) e transmitem ou planeiam transmitir os sinais de navegação abertos (uso civil) em duas frequências. As portadoras são partilhadas entre os vários satélites recorrendo ao acesso múltiplo por divisão de código (CDMA). O Glonass é a exceção, mas tem planeada uma evolução de FDMA para CDMA (fig. 3.28).

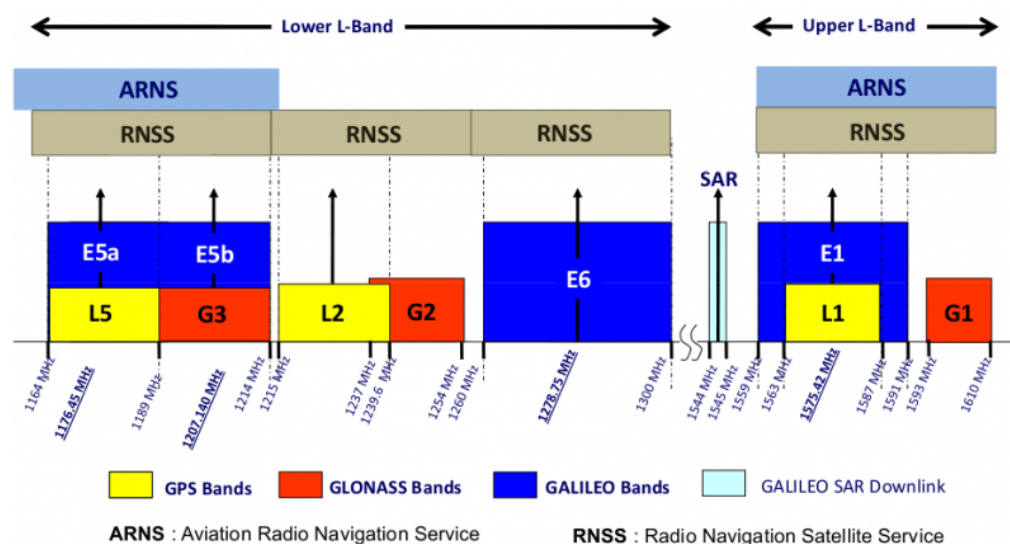


Figura 3.28 GPS, GLONASS e Galileo - Bandas de frequência dos sinais de navegação  
Fonte: GNSS Signal, European Space Agency – ESA, 2011

### **GPS (EUA)**

O sistema pioneiro da navegação por satélite, teve o primeiro satélite lançado em 1978 e em 1993 atingiu a sua capacidade operacional inicial (IOC- Initial Operational Capability). Tendo nascido como um sistema para fins militares, viu autorizada a sua utilização para fins civis em 1983, efetiva em 1985 e em 2000 assumiu o compromisso de disponibilizar gratuitamente sinais para uso civil.

## Constelação

O sistema GPS tinha originalmente como constelação nuclear 24 satélites distribuídos por 6 planos orbitais com inclinação de 55 graus e a uma altitude de 20.200 km. Para além destes previa um satélite de reserva por plano, pronto a ser ativado em caso de anomalia de um satélite ativo.

Esta constelação base foi expandida para 27 satélites em 2011. O número efetivo de satélites em órbita vai variando no tempo à medida que as novas gerações de satélites vão sendo introduzidas e as mais antigas vão esgotando o seu tempo de vida útil (desenhadas para 7,5 anos). O sistema GPS tem neste momento em órbita 40 satélites ativos dos quais 31 em operação, de 4 gerações distintas<sup>60</sup>.

## Sinais e frequências GPS

No âmbito dos planos de modernização do GPS<sup>61</sup> em curso, para além dos sinais para uso militar exclusivo, serão acrescentados 3 novos sinais civis ao atual L1 C/A que continuará a ser transmitido. O sinal L2C (1.227,6 MHz) para usos civis não críticos, o sinal L1C (1.575,42 MHz) para facilitar interoperabilidade entre sistemas GNSS (Galileo em particular) e o sinal L5 (1.176,45 MHz) para aplicações críticas que envolvam a segurança de vidas humanas e que foi desenhado para poder ser utilizado pela aviação civil no âmbito do sistema ARNS<sup>62</sup>.

Estes novos sinais irão estar disponíveis gradualmente à medida que os novos satélites vão sendo introduzidos na constelação, até que existam em número suficiente para atingirem o estado operacional. Previsões de maio de 2017 apontam

---

<sup>60</sup> Sítio oficial do sistema GPS com uma descrição da constelação atual com as diferentes gerações de satélites em uso e em desenvolvimento.

Governo dos EUA – *GPS.GOV, Space Segment, Current and Future Satellite Generations*

<sup>61</sup> Programa de modernização do GPS.

Governo dos EUA – *GPS.GOV, New civil Signals*

<sup>62</sup> ARNS - *Aeronautical Radio Navigation Service*.

para uma constelação de 24 satélites a transmitir o novo sinal L2C em 2021, L5 em 2024 e L1C em finais da década de 20.

### **GLONASS (Federação Russa)**

O primeiro satélite GLONASS foi lançado em 1982 e o sistema foi declarado totalmente operacional em 1993. Após um período de declínio do funcionamento do sistema devido a restrições financeiras, a Rússia relançou o programa e atualmente o GLONASS tem a sua constelação de 24 satélites completa.

O GLONASS tem um programa de modernização em curso que passa pela substituição gradual dos satélites GLONASS-M pela nova geração GLONASS-K (K, K2 e KM). Esta evolução irá introduzir novos sinais GNSS em CDMA, ao contrário dos atuais que recorrem à tecnologia FDMA (fig. 3.29).

Na internet, em URL: <https://www.glonass-iac.ru/en/GLONASS/index.php>, é possível consultar uma “fotografia” do estado operacional da constelação GLONASS.

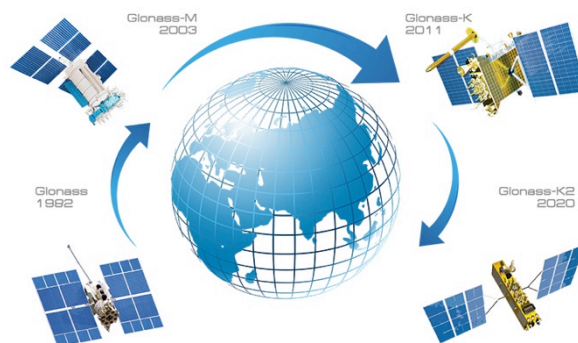


Figura 3.29 Cronograma da evolução dos satélites do GLONASS.

Fonte: GLONASS User Information Center

<https://www.glonass-iac.ru/>

## Sinais e frequências GLONASS

Designation	Frequency	Description
L1	1598.0625 - 1609.3125 MHz	L1 is modulated by the HP (high precision) and the SP (standard precision) signals.
L2	1242.9375 - 1251.6875 MHz	L2 is modulated by the HP and SP signals. The SP code is identical to that transmitted on L1.

Figura 3.30 Sinais de navegação do sistema GLONASS

Fonte: *An introduction to GNSS - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems*, Novatel 2ªEd, 2015

## Galileo (UE)

O sistema Galileo é administrado pela Comissão Europeia em nome da UE que delegou a gestão operacional do programa à agência europeia do GNSS (GSA) e tem o desenvolvimento técnico confiado à agência espacial europeia (fig 3.31).

Ao contrário do GPS e GLONASS, o Galileo é detido e gerido por entidades civis.

Quando completo, será constituído por uma constelação de 24 satélites ativos em 3 planos, prevendo mais 2 satélites ativos de reserva por plano, num total de 30.

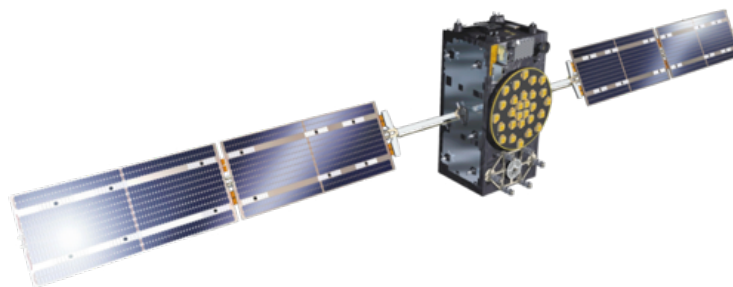


Figura 3.31 Satélite Galileo

Fonte: Pierre Carril, ESA

Em dezembro 2016 o sistema inaugurou a sua fase inicial de operação com uma constelação de 18 satélites que prevê completar até 2021.

Os satélites Galileo<sup>63</sup> são lançados em grupos de 4 (desde finais de 2016) e o lançamento mais recente ocorreu em agosto de 2018 (fig. 3.32).

---

<sup>63</sup> Os satélites são batizados com nomes de crianças da UE que venceram os respectivos concursos nacionais de desenho, organizados pela comissão europeia. O

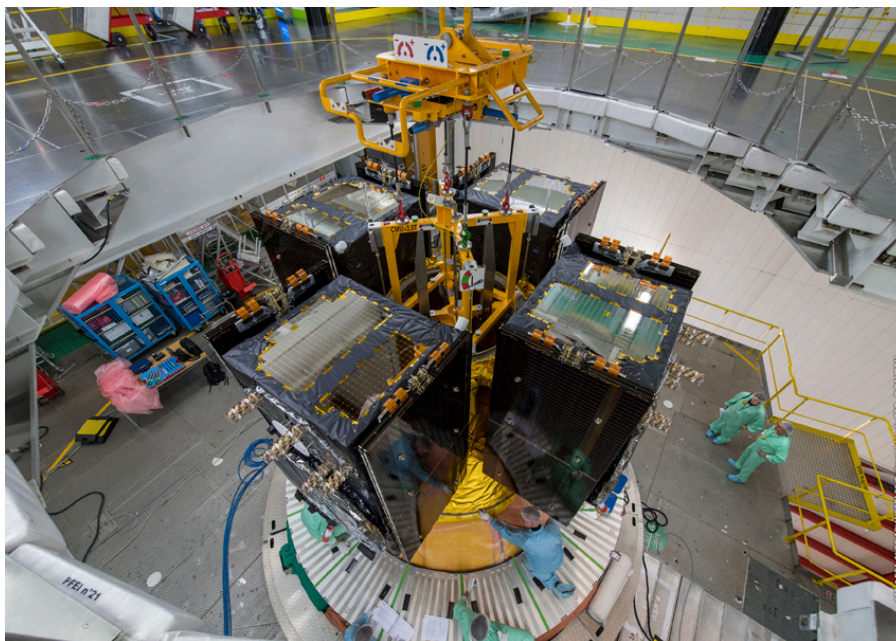


Figura 3.32 Os satélites Galileo 23-26 a serem colocados no topo do seu lançador Ariane 5, antes do lançamento a 25 de julho de 2018.

Fonte: <http://galileognss.eu/>

### Serviços Galileo

Nesta fase inicial de operação são disponibilizados três serviços<sup>64</sup>:

- **Serviço Aberto:** um serviço gratuito de mercado de massas para posicionamento, navegação e sincronização;
- **Serviço Regulado Público:** para utilizadores do estado, como serviços de proteção civil, funcionários aduaneiros e a polícia. Este sistema é particularmente robusto e totalmente criptografado para fornecer continuidade de serviço a entidades oficiais durante emergências ou situações de crise;
- **Serviço de Busca e Salvamento:** a contribuição da Europa para o projeto MEOSAR de modernização da rede de satélites da organização internacional de localização de balizas de emergência COSPAS-SARSAT.

---

satélite GSAT-217 (Alexandre), lançado em dez17 e operacional desde fev18 é o representante português.

<sup>64</sup> Serviços Galileo

CE – Galileo, Galileo services and applications

### Sinais e frequências Galileo

Os sinais Galileo serão transmitidos nas frequências indicadas na tabela seguinte (fig. 3.33):

Designation	Frequency	Description
E1A	1575.42 MHz	Public regulated service signal.
E1B	1575.42 MHz	Safety-of-Life and open service signal (data).
E1C	1575.42 MHz	Safety-of-Life and open service signal (dataless).
E5a I	1176.45 MHz	Open service signal (data).
E5a Q	1176.45 MHz	Open service signal (dataless).
E5b I	1207.14 MHz	Safety-of-Life and open service signal (data).
E5b Q	1207.14 MHz	Safety-of-Life and open service signal (dataless).
AltBOC	1191.795 MHz	Combined E5a/E5b signal.
E6 A	1278.75 MHz	Public regulated service signal.
E6 B	1278.75 MHz	Commercial service signal (data).
E6 C	1278.75 MHz	Commercial service signal (dataless).

Figura 3.33 Sinais de navegação do sistema Galileo

Fonte: *An introduction to GNSS - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems*, Novatel 2ªEd, 2015

### **BeiDou Navigation Satellite System (China)**

É o sistema de navegação satélite desenvolvido pelo estado chinês. Oferece serviços de posicionamento para uso civil e militar ou governamental.

O sistema BeiDou (Bússola) está neste momento na sua 3ª e última fase de desenvolvimento, que visa atingir cobertura global. Iniciou a sua operação em 2000 como um sistema nacional (BDS-1), evoluiu para cobertura regional em 2012 (BDS-2) e tem em curso o preenchimento da constelação de 35 satélites para atingir cobertura global em 2020 (BDS-3).

O sistema atualmente oferece serviços regionais para a China e na região envolvente da Ásia/Pacífico. Quando a constelação estiver completa funcionará como um sistema GNSS e pretende tornar-se interoperável com os restantes sistemas GNSS (em termos de frequência e estrutura do sinal).



O segmento espacial do BDS é composto por uma constelação híbrida de 35 satélites (fig. 3.34) composta por satélites em órbitas GEO (5), IGSO (3) e MEO(27).

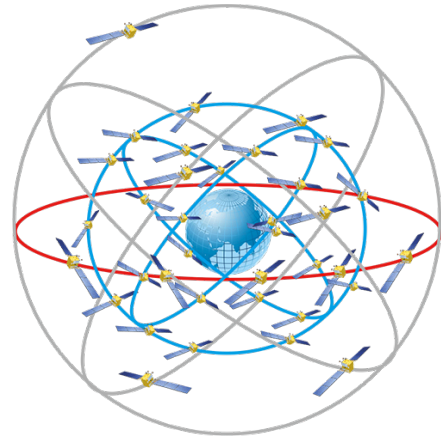


Figura 3.34 Constelação do sistema BeiDou  
Fonte: <https://www.glonass-iac.ru/>

### Serviços BeiDou

Para além das classes de órbita é também um sistema híbrido em termos de cobertura; global para alguns serviços e regional para outros.

Serão fornecidos três níveis de serviço:

- Serviço público e gratuito para uso civil. O serviço público fornece precisão de posição de 10 metros, precisão de velocidade de 0,2 metros por segundo e precisão de tempo de 10 nanossegundos;
- O serviço licenciado está disponível apenas por subscrição. O serviço licenciado melhora a precisão da posição para 2 metros. Esse serviço também fornece mensagens curtas bidirecionais (120 caracteres chineses) e fornece informações sobre o estado do sistema;
- O serviço militar restrito, mais preciso do que o serviço público, também fornece informações de estado do sistema e capacidade de comunicação militar.



### Sinais e frequências BeiDou

Os sinais BeiDou, baseados na tecnologia CDMA, estão resumidos na seguinte tabela (fig. 3.35).

Designação	Frequência	Descrição
<b>B1</b>	1561,098 MHz	B1 fornece sinais de serviço público e sinais de serviço restritos.
<b>B2</b>	1207,140 MHz	B2 fornece sinais de serviço público e sinais de serviço restritos.
<b>B3</b>	1268,520 MHz	B3 fornece apenas sinais de serviço restritos.

Figura 3.35 Sinais de navegação do sistema BeiDou

Fonte: *An introduction to GNSS - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems*, Novatel 2ªEd, 2015

#### **3.1.4.4 Constelações regionais**

##### **QZSS – Quasi-Zenith Satellite System (Japão)**

O QZSS é um GNSS regional propriedade do Governo do Japão e operado pela QZS System Service Inc. (QSS). O QZSS complementa o GPS para melhorar a cobertura no Leste da Ásia e Oceania. O Japão prevê ter uma constelação operacional de 4 satélites até 2018 e expandi-la para 7 satélites para atingir capacidade autónoma até 2023.

##### **IRNSS(NavIC) – Indian Regional Navigation Satellite System (Índia)**

O IRNSS é um GNSS regional detido e operado pelo Governo da Índia. O IRNSS é um sistema autónomo projetado para cobrir a região indiana e 1.500 km ao redor do continente indiano. O sistema é constituído por 7 satélites e deve ser declarado operacional ainda em 2018. Em 2016, a Índia renomeou o IRNSS como Navigation Indian Constellation (NavIC).

#### **3.1.4.5 Sistemas GNSS híbridos (posicionamento + comunicações)**

##### **BeiDou – Serviço de comunicações**

O BDS integra recursos de navegação e comunicação pela primeira vez e possui cinco funções principais:

- navegação em tempo real;

- posicionamento rápido;
- sincronização precisa;
- relatórios de localização;
- serviços de comunicação de mensagens curtas.

### **Galileo - Serviço SAR (Search And Rescue/Busca e Salvamento)**

Os satélites Galileo incluem um *transponder*<sup>65</sup> SAR dedicado, para a receção de sinais de emergência emitidos por dispositivos (EPIRB, ELT, PLB)<sup>66</sup> do sistema COSPAS-SARSAT (406 MHz). Estes são retransmitidos para estações terrestres dedicadas (MEOLUT Medium-Earth Orbit Local User Terminal) noutra frequência da banda L (1.544MHz). O serviço SAR Galileo<sup>67</sup> prevê a possibilidade de após validação da situação de emergência pelo Centro de Coordenação de Busca, seja enviado para o receptor GNSS do emissor do sinal de emergência via Estação de Controlo Galileo, uma mensagem de confirmação integrada na mensagem de navegação Galileo do sinal L1 (fig. 3.36 e 3.37).

---

<sup>65</sup> *Transponder* - “Transmitter-responder”.

<sup>66</sup> Dispositivos de localização de emergência que operam na frequência 406MHz:  
EPIRB - *Emergency Position-Indicating Radio Beacons*;  
ELT – *Emergency Locator Transmitters*;  
PLB – *Personal Locator Beacon*.

<sup>67</sup> Galileo Search and Rescue  
CE – Galileo, Galileo Search and Rescue

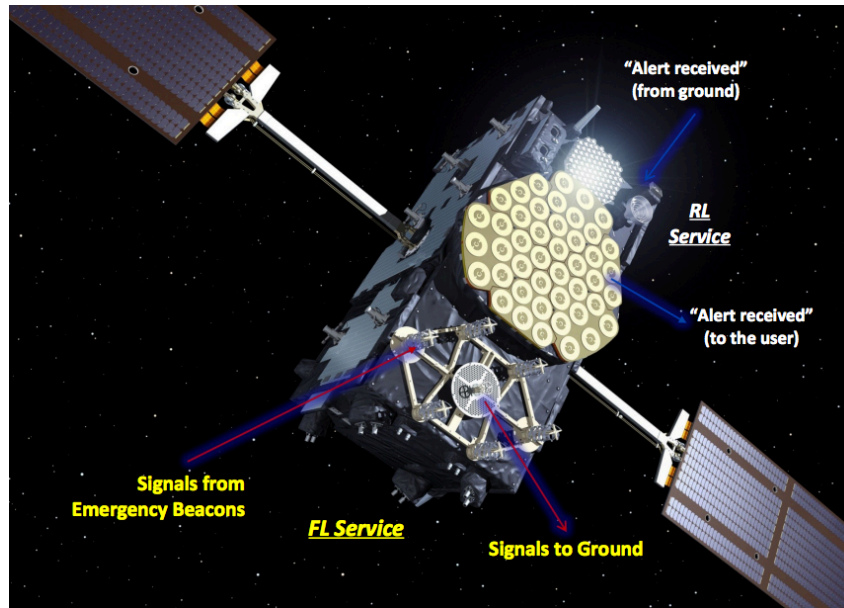


Figura 3.36 Galileo SAR - Serviço Forward Link (FL) e Return Link (RL)  
Fonte: EU/GSA/Galileo

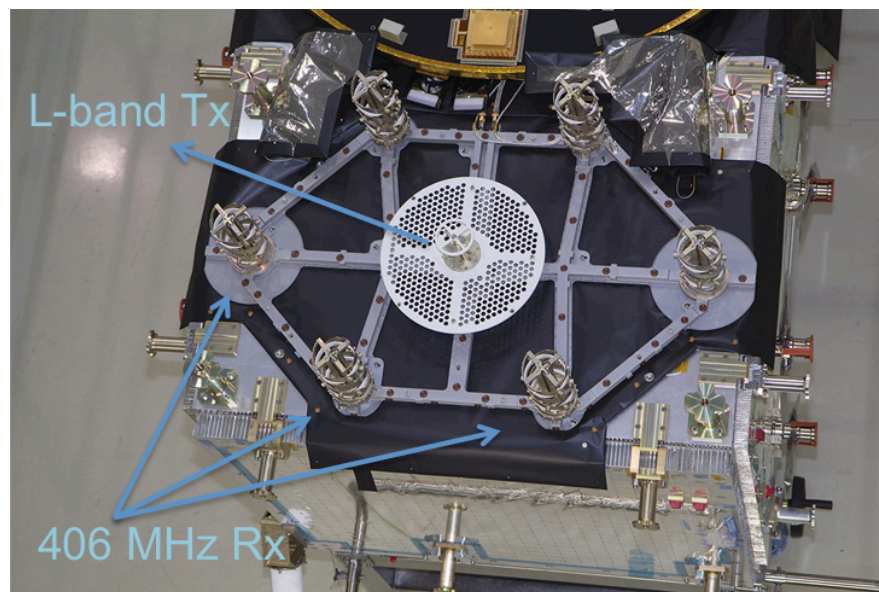


Figura 3.37 Satélite Galileo – Transponder SAR  
Fonte: Esquema: Autor, Foto: OBH System

#### 3.1.4.6 GNSS Assistido (Augmented GNSS)

Um sistema global de navegação por satélite (GNSS) assistido ou melhorado é um método para melhorar os atributos do sistema de navegação, como a precisão, integridade e disponibilidade, através da integração de informações externas no processo de cálculo. Estas informações são tipicamente sobre fontes de erro

(correções de relógio, efeméride do satélite, atraso ionosférico ou integridade do satélite) que permitem ao recetor melhorar a qualidade da posição calculada (precisão, confiabilidade ou continuidade).

Em função da forma como a informação é transmitida para os recetores, podem ser agrupados em GBAS (*Ground-Based Augmentation System*) e SBAS (*Satellite-Based Augmentation System*).

Alguns sistemas SBAS regionais (fig. 3.38) em uso ou planeados para um futuro próximo são:

- WAAS - *Wide Area Augmentation System*, operado pela FAA (*Federal Aviation Agency*) (EUA);
- EGNOS - *European Geostationary Navigation Overlay Service*, operado pela ESA (Agência Espacial Europeia) em nome da UE (Europa);
- MSAS - *Multi-functional Satellite Augmentation System* (Japão);
- GAGAN - *GPS and GEO Augmented Navigation* (Índia);
- SDCM - *System for Differential Corrections and Monitoring* (Rússia);
- WADGPS - *Wide Area Differential Global Positioning System* (Coreia do Sul);
- SNAS - *Satellite Navigation Augmentation System* (China).

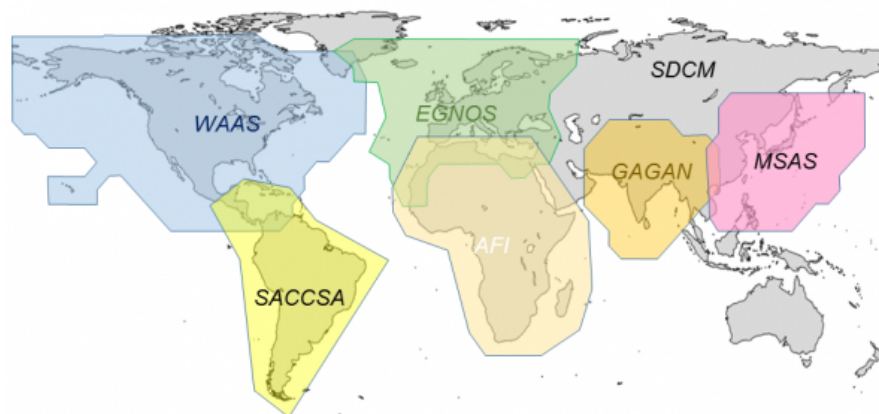


Figura 3.38 Alguns SBAS regionais em operação ou previstos.

Fonte: <https://www.uavnavigation.com/support/kb/general/general-system-info/global-navigation-satellite-system-gnss>

Exemplos de sistemas GBAS de suporte a um GNSS assistido a partir do terreno:

- DGPS - *Differential Global Positioning System*;
- RTK - *Real Time Kinematic*;
- LAAS - *Local-Area Augmentation System* – Difusão por VHF de correção diferencial do sinal GPS em tempo real, utilizado para controlo de tráfego aéreo e aproximação final à pista.

#### **3.1.4.7 Sistemas alternativos ao GNSS**

Para além dos sistemas de posicionamento via satélite, existem um conjunto de sistemas em operação que podem ser utilizados em complemento, quando o serviço de posição via GNSS não esteja disponível (fora da zona de cobertura ou falha) ou mesmo em alternativa a este, nomeadamente e para referência:

- Triangulação com estações base;
- Feixes de proximidade;
- Correspondência de padrões de frequência de rádio;
- Cálculo baseado em sensor de *dead reckoning*;
- Sistema de telemetria terrestre;
- Wi-Fi.

#### **3.1.4.8 Interoperabilidade**

A evolução planeada dos atuais sistemas de posicionamento via satélite (globais e regionais) bem como dos sistemas de melhoria de desempenho baseados no solo (GBAS) e no espaço (SBAS) implementados pelos Estados Unidos, Europa, Japão, China e Austrália, permitem antecipar um conceito de GNSS universal, constituído pelo somatório dos vários sistemas disponíveis e assente numa estratégia de interoperabilidade que tem como efeito imediato o crescimento substancial da constelação de satélites e dos sinais compatíveis para posicionamento e navegação contribuindo assim para um serviço GNSS universal mais qualificado, diversificado e confiável.

#### *3.1.4.9 Dinâmica da evolução dos sistemas de navegação*

Quando se avalia o recurso a um serviço de posição oferecido por uma determinada constelação, é conveniente ter presente a dinâmica subjacente à evolução dos sistemas de navegação satélite.

Assim para os diferentes segmentos dos sistemas GNSS podem ser avaliados os seguintes aspetos:

- Segmento espacial:
  - Aumento progressivo do nº de satélites:
    - plano de lançamentos;
    - evolução da cobertura.
  - Introdução de novas gerações de satélites com novas funcionalidades ou melhorias de desempenho:
    - disponibilização progressiva de novos sinais dedicados a segmentos de utilizadores específicos;
    - disponibilização progressiva de novos serviços.
- Segmento de controlo:
  - Evolução das estações de controlo para melhorar a capacidade de controlo e operação do funcionamento da constelação.
- Segmento dos utilizadores:
  - Redução do tamanho e consumo dos receptores;
  - Redução do preço;
  - Aumento da precisão dos cálculos;
  - Suporte de múltiplos GNSS (aumenta o número de satélites visíveis e a qualidade da geometria (DOP));
  - Integração de SBAS;
  - Processamento de novos sinais disponibilizados pelo GNSS.

### 3.1.4.10 Conclusões

O conceito de localização baseado na medida de distâncias a satélites em posições conhecidas é transversal a todos os atuais sistemas GNSS (previstos ou em operação) e parece estar para durar. A navegação por este método, baseada em satélites, começou a ser considerada logo após o lançamento do Sputnik em 1957, explorando o efeito de Doppler<sup>68</sup> e foi posteriormente concretizado com a constelação TRANSIT.

Este método de localização parecia estar condenado a tornar-se obsoleto e a ser entretanto substituído por um novo paradigma, atendendo aos enormes desafios tecnológicos iniciais (em todos os segmentos: espacial, de monitorização e controlo e dos utilizadores)

A verdade é que o sistema que se lhe seguiu nos finais dos anos 70, o NAVSTAR (GPS) da força aérea norte-americana (por fusão dos projetos TIMATION (US-NRL) e 621B (USAF))<sup>69</sup> foi sendo capaz de responder aos cada vez mais exigentes requisitos das crescentes comunidades de utilizadores, mantendo intacto o conceito original.

Possivelmente fruto dos fortes<sup>70</sup> e continuados investimentos na sua permanente evolução, o facto é que o sistema NAVSTAR/GPS foi capaz de se manter ao longo das últimas quatro décadas como um sistema de referência mundial, beneficiando dos dramáticos avanços tecnológicos que se verificaram ao nível da eletrónica e dos sistemas de telecomunicações e que permitiram que os serviços de posicionamento via satélite hoje disponíveis atingissem a qualidade e presença ubíqua que hoje têm. A agência europeia para o GNSS (GSA – european Global navigation Satellite systems

---

<sup>68</sup> William H. Guier e George C. Weiffenbach, descobriram uma maneira de seguir a órbita do Sputnik simplesmente medindo as mudanças induzidas pelo efeito de Doppler na frequência ( $\Delta f / f$ ) do sinal de rádio que ele transmitia.

<sup>69</sup> Projeto TIMATION: breve história dos projetos antecessores à aprovação pelo congresso do projeto NAVSTAR-GPS.  
*ESA – Satellite Missions, TIMATION*

<sup>70</sup> Sítio oficial do governo dos EUA publica os orçamentos propostos e os aprovados pelo congresso dos EUA desde 2009 a 2019.  
*Governo EUA - GPS.GOV, Program Funding*

Agency), no seu mais recente estudo do mercado GNSS<sup>71</sup> fez uma estimativa para 2017 de um mercado com cerca de 5.8 mil milhões de dispositivos GNSS (80% em smartphones) e com um valor global de 175 mil M€.

A massificação da utilização do serviço GPS a que assistimos hoje, tornou viável e apetecível, o financiamento e desenvolvimento de sistemas GNSS alternativos (globais e regionais), considerando os retornos financeiros potenciais do mercado dos serviços de localização, navegação e cronometria.

Estes sistemas são desenhados numa lógica de interoperabilidade entre sistemas que mantêm e reforçam o conceito de funcionamento original.

No entanto, a utilização destes sistemas não está isenta de algumas fragilidades que deverão ser tidas em conta na avaliação do seu uso e dependência. Um inquérito recente à indústria GNSS realizado pela revista GPS World<sup>72</sup> revela que 42% dos inquiridos consideram que os sistemas GNSS são muito vulneráveis a interferência de sinal (*jamming*) e 47% consideram como principal ameaça nos próximos três anos um somatório de situações possíveis de interferência e obstrução do serviço: *jamming*, *spoofing*, ciberataque ou interferência de banda adjacente.

### Alternativas ao GNSS?

No atual cenário de utilização massiva de aplicações dependentes de serviços GNSS e num ambiente de competição/colaboração entre múltiplos sistemas de posicionamento satélite, começam a ganhar relevância as preocupações com os cenários de ausência ou disponibilidade limitada dos serviços GNSS. Em particular, a preocupação com a avaliação quer a nível militar<sup>73</sup> quer civil, do nível de dependência

---

<sup>71</sup> European GNSS Agency - 2017 GNSS Market Report

<sup>72</sup> GPS World - 2018 State of the Industry survey.

CAMERON- The current state of the Defense, Security and Government PNT sector, GPS World

<sup>73</sup> H.R.2810 - National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2018

"(i) improving the capability of United States Armed Forces to operate in a Global Positioning System (GPS)-denied or GPS-degraded environment;".

Congresso EUA – H.R.2810 - National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2018



aceitável e a identificação de sistemas de localização, navegação e cronometria alternativos.

Desta forma começa a haver espaço e financiamento para o desenvolvimento de soluções alternativas para cenários em que os serviços GNSS fiquem indisponíveis ou reduzidos, o que vem reforçar a importância dos atuais sistemas de localização complementares aos GNSS e quiçá promover o surgimento de novos paradigmas para a localização que permitam por exemplo, responder de forma indistinta às necessidades de navegação em espaços interiores e exteriores ou, no domínio marítimo, em espaços emersos e imersos. Afinal de contas, não faltam na natureza exemplos de capacidades de navegação ainda por decifrar.

#### Sistemas híbridos (Localização e comunicações)

Olhando para o percurso evolutivo dos diferentes sistemas GNSS, vale a pena realçar a possível tendência para acrescentarem aos serviços tradicionais de um sistema de navegação satélite (posição, navegação e cronometria) os serviços complementares de comunicações de dados de que os utilizadores necessitam, como correção de erros e informação de integridade, ou mesmo a transmissão de posições entre recetores e um centro de controlo.

À data deste trabalho, apenas o sistema Chinês anuncia um serviço de troca de mensagens. Mas o Galileo já introduziu a comunicação bidirecional com o receptor no serviço de busca e salvamento. O GPS por sua vez integrou na mais recente geração de satélites (GPS Block III) que tem o primeiro lançamento agendado para o fim deste ano, a inclusão de um *transponder* repetidor dedicado, para busca e salvamento<sup>74</sup>. Esta inovação faz parte de um projeto de colaboração com o sistema COSPAS-SARSAT<sup>75</sup> para o desenvolvimento de uma rede de satélites SAR em órbitas MEO (MEOSAR<sup>76</sup>) e que também inclui a participação dos sistemas Galileo e GLONASS.

---

<sup>74</sup>Sistema MEOSAR  
Governo CANADÁ – *Medium Earth Orbit Search and Rescue*

<sup>75</sup> COSPAS-SARSAT - *International Satellite System for Search And Rescue*

Num ambiente de competição dos diferentes sistemas GNSS para o desenvolvimento do mercado GNSS, faria sentido ver a informação que é atualmente divulgada pelos sistemas SBAS ser difundida diretamente pelas constelações GNSS. Em alguns segmentos de utilizadores também é possível que a transmissão de coordenadas para o centro de controlo possa vir a ser veiculada pelas mesmas constelações.

### **3.1.5 Sistemas de comunicações satélite móveis**

Dentro do panorama mais geral das comunicações satélite, na análise que segue irei abordar especificamente os sistemas de comunicações satélite que permitem o uso de terminais de utilizador móveis, suscetíveis de serem integrados em sistemas VMS.

Os principais sistemas de comunicações satélite para terminais móveis disponíveis, usam constelações de satélites geostacionários ou constelações LEO, muito mais próximas da superfície e formadas por dezenas de satélites que se deslocam a maiores velocidades e em múltiplos planos orbitais.

Os sistemas de comunicações satélite móveis são constituídos por três componentes principais:

- O segmento espacial (as constelações de satélites);
- O segmento do solo (conjunto de estações terrestres de controlo e de interligação com as redes de comunicações terrestres);
- Os terminais móveis para operação marítima, terrestre ou aeronáutica.

---

<sup>76</sup> MEOSAR System - *Medium-altitude Earth Orbiting Satellite System for Search and Rescue*  
COSPAS-SARSAT - Transition to MEOSAR

## Comunicações móveis

O recurso à designação móvel faz-se no sentido de rede rádio com cobertura organizada por células e com mecanismos de transferência (*handover*) entre células dos serviços de comunicação.

Quando aplicado às comunicações móveis via satélite, justifica o seguinte comentário. Se no contexto das comunicações terrestres a mobilidade era construída a partir de uma infraestrutura de rede rádio fixa que presta serviços a terminais de comunicações móveis, já no contexto das comunicações móveis satélite a infraestrutura de rede está instalada a bordo de naves espaciais que orbitam à volta da terra. Assim o atributo móvel pode ser aplicado tanto ao terminal como à infraestrutura, caso em que as células de cobertura de um determinado satélite se deslocam em relação ao terminal de comunicações e os processos de *handover* entre satélites são despoletados por este movimento. No limite podem verificar-se transferências de serviço entre células por ambos os casos, deslocação do terminal (por ex.: aerotransportado) e deslocação da rede.

Podem ainda ser consideradas situações adicionais para *handover* de serviços de comunicações em sistemas de satélite:

- *Handover* intra-satélite:
  - entrega de um feixe local para outro;
  - transferência entre células do mesmo satélite.
- *Handover* entre satélites:
  - entrega de um satélite para outro satélite;
  - estação móvel sai da área de cobertura de um satélite.
- *Handover* de estação terrestre (*gateway*):
  - transferência de uma estação para outra;
  - estação móvel ainda na cobertura de um satélite, mas a estação terrestre fica fora da cobertura.
- *Handover* entre sistemas de comunicações:
  - transferência da rede de satélites para uma rede celular terrestre;

- estação móvel reentra na zona de cobertura de uma rede terrestre que pode ser preferencial.

#### *3.1.5.1 Aspetos a considerar na avaliação e seleção de um sistema de comunicações satélite*

O custo das comunicações satélite são um fator chave a considerar numa análise de viabilidade de um sistema VMS, na medida em que dominam os seus custos operacionais.

Cada rede de satélites de comunicações pode suportar um conjunto distinto de serviços de comunicações, podendo ainda ser necessário considerar diferentes operadores para a mesma constelação e com ofertas diferenciadas de serviços de comunicações.

Caraterísticas como continuidade (continuidade no tempo e no espaço geográfico) e fiabilidade do serviço de comunicações também são críticas na avaliação de desempenho de um sistema de monitorização via satélite.

Os serviços de comunicações satélite, pelos elevados investimentos envolvidos, são naturalmente concebidos para oferecer serviços onde se concentram o maior número de consumidores potenciais pelo que por vezes a cobertura ou a qualidade de serviço no espaço marítimo pode ser descurada.

#### Custos das comunicações satélite

O preço dos serviços de comunicações satélite é tradicionalmente mais elevado que noutras redes terrestres alternativas. Consistindo a operação de um sistema VMS na transmissão contínua de mensagens a partir das embarcações para um centro de controlo, o preço das comunicações torna-se um fator central na estrutura de custos operacionais e crucial na viabilidade e sustentabilidade de um sistema VMS.

Uma solução de VMS pode ser abandonada se os seus custos operacionais não forem viáveis quer do ponto de vista económico ou até mais frequentemente, político.

Invariavelmente, o esforço económico despendido com a monitorização da atividade através de sistemas VMS deve ser proporcionado face ao valor da atividade económica desenvolvida.

Embora existam vários modelos de responsabilidade pelos custos com comunicações satélite, i.e., modelos em que o regulador assume os custos na totalidade ou em que os custos são suportados pelo armamento, com ou sem subsídios, os custos das comunicações satélite são o componente que mais pode condicionar os custos operacionais globais do sistema.

Isto não quer dizer que os sistemas VMS estão confinados a aplicações de nicho, capazes de suportar elevados custos de operação.

#### Dinâmica da oferta de serviços de comunicações satélite

Para o efeito, importa ter presente que no espaço convivem constelações que foram lançadas em diferentes décadas e por isso em diferentes estádios tecnológicos, concebidos para diferentes usos e tempos de vida útil.

Existem constelações de satélites que se tornaram obsoletas e ultrapassadas por novas gerações de naves espaciais (melhor e mais eficiente controlo de órbita logo maior tempo vida útil) e tecnologias de comunicações (maior capacidade de tráfego e largura de banda com menor consumo de energia) que vêm o seu ciclo de vida útil prolongado através da exploração de novos usos ou modelos de negócio. Nestes casos, as redes menos competitivas podem especializar-se em nichos de mercado em função dos serviços e capacidade disponíveis, nomeadamente para aplicações de VMS.

#### Dinâmica da oferta de serviços de comunicações satélite -II

As constelações e os serviços de comunicações que oferecem, têm uma dinâmica que acompanha as decisões de investimento relativas à sua manutenção, expansão, evolução ou abandono.

Sistema de satélites mais complexos obrigam ao lançamento faseado dos satélites, à monitorização e controlo da rede e em função dos níveis de serviço pretendidos, à existência de satélites suplentes que são manobrados para poderem ocupar e substituir um satélite que apresenta anomalias e que passa para um estado de teste, diagnóstico e eventual reconfiguração ou desativação.

Por outro lado, precipitado pela saturação da capacidade ou por reação à oferta da concorrência a mesma constelação pode passar por um processo de renovação faseada dos seus satélites e a introdução gradual de novos serviços e/ou cobertura.

### Dinâmica da oferta de serviços de comunicações satélite -III

Por último e ainda considerando a dinâmica da oferta de serviços de comunicações associada aos elevados investimentos financeiros envolvidos, deve ser tido em conta o risco real de poderem ocorrer durante a vida útil de um sistema VMS, interrupções abruptas do serviço de comunicações na sequência de decisões de gestão quanto ao objetivos do negócio, incapacidade de angariação dos investimentos necessários às novas fases de desenvolvimento do plano de negócios, processos de falência ou proteção contra credores.

Em projetos tipicamente financiados por fundos de capitais de risco, os investimentos fazem-se por etapas, sendo que as rondas seguintes de angariação de capital estão criticamente dependentes da avaliação de desempenho face aos objetivos de negócio estabelecidos na ronda anterior. Assim, uma oferta inicial de serviços de comunicações satélite pode ser subitamente interrompida, por decisão dos acionistas.

Exemplos como o da Iridium LLC em 2000, da Globalstar em 2002 ou ainda a ICO da Inmarsat em 2000, confirmam a pertinência de ter em conta esta realidade na avaliação de risco das opções tecnológicas.

#### ***3.1.5.2 Operadores de redes de comunicações satélite móveis.***

Dentro do panorama atual de soluções de comunicações satélite passíveis de serem utilizadas em sistemas VMS, irei apresentar e descrever de forma mais aprofundada

dois operadores pela sua relevância no panorama dos sistemas de comunicações satélite móveis. A Inmarsat e a Iridium. A Inmarsat pelo extraordinário contributo histórico para o desenvolvimento das soluções de comunicações no espaço marítimo e consequente impacto no incremento da segurança marítima e a Iridium pelo seu papel pioneiro na evolução tecnológica e desenvolvimento do negócio das comunicações móveis satélite.

### 3.1.5.3 Inmarsat plc

Promovida pela Organização Marítima Internacional (OMI) como uma organização intergovernamental, a INMARSAT - International Maritime Satellite Organization foi criada por convenção em 1979 para operar um sistema global de comunicações por satélite marítimas que visou sobretudo melhorar a segurança marítima, i.e., assegurar a possibilidade de contacto permanente com terra bem como a comunicação de pedidos de assistência em caso de emergência em todo o espaço marítimo.

Nos anos 90 a Organização Internacional, ameaçada quanto à sua razão de existir pelo anúncio de novos projetos comerciais de redes satélite para serviços de comunicações pessoais (PCS), põe em marcha um ambicioso plano de reestruturação que leva à sua privatização em 1999 e consequente conversão de organização intergovernamental para uma organização participada por acionistas.

A Inmarsat plc é hoje em dia uma empresa privada e cotada que explora uma rede de 13 satélites de diferentes gerações e para um conjunto distinto de serviços de comunicações satélite móveis.

Resenha histórica (fonte: [www.inmarsat.com](http://www.inmarsat.com)):

1979	International Maritime Satellite Organization (INMARSAT).
1982	Lançamento do serviço satélite móvel Inmarsat-A.
1990-92	Geração de satélites I-2 (último satélite terminou operação em dez2014).
1991	Início do serviço Inmarsat -C.
1996 - 98	Geração de satélites I-3 com <i>transponders</i> de navegação. Constelação de 4 satélites geostacionários. Primeira constelação a usar a tecnologia de <i>spot-beam</i> . Previsão de fim de operação em 2018, substituídos pela geração I-4.
1996	Inmarsat lança o serviço Mini-M.

- 1999 Privatização - INMARSAT passa a IMSO-International Mobile Satellite Organization, organização regulatória e transfere ativos operacionais para Inmarsat plc.
- 2005 Inmarsat plc é cotada em bolsa.
- 2010 Geração de satélites I-4. Lançamento da constelação de 3 satélites I-4 e criação de primeira rede 3G global.
- 2014-17 Lançamento de 4 satélites da geração I-5 de suporte à rede *Global Xpress* que oferece serviços de banda larga de alta velocidade na banda Ka.
- 2018 Migração dos serviços de comunicações (Classic Aero, Fleet 77, Swift 64 and Inmarsat-C) da constelação I-3 para a I-4 (inclui a migração de 3 satélites I-3 para I-4 e a migração do satélite I-3 F2 para o I-3 F5) mantendo-se uma constelação de 4 satélites geostacionários.

#### Serviços do sistema de comunicações Inmarsat:

Tendo iniciado operação com o serviço Inmarsat-A (serviço de voz e dados) a sua oferta de serviços de comunicações divide-se entre serviços de segurança marítima e serviços comerciais, suportados por diferentes tipos de terminais de utilizador (fig. 3.39).

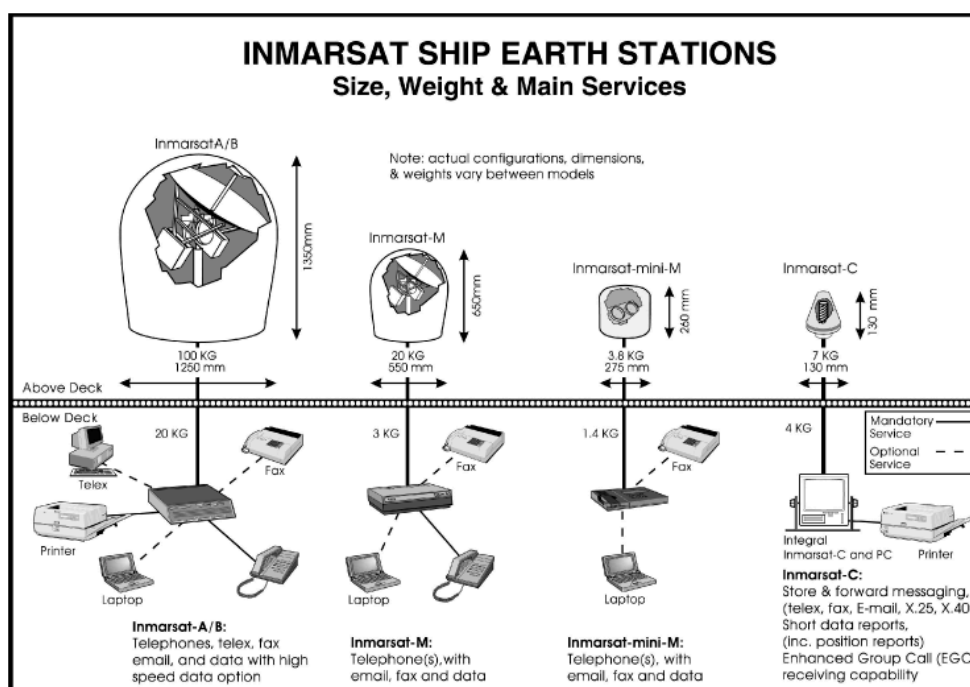


Figura 3.39 Terminais de comunicações satélite dos diferentes sistemas Inmarsat  
Fonte: Inmarsat, Inmarsat maritime communications handbook (Issue 4)



Entre os diferentes serviços disponíveis destaca-se o serviço de mensagens Inmarsat-C, amplamente utilizado nas frotas marítimas, afeto a funções de segurança da navegação e como sistema de comunicações dominante nos sistemas VMS históricos.

#### Serviço Inmarsat-C:

Rede digital suportada pela constelação de 4 satélites geostacionários I-3 (fig. 3.40 e 3.41) com cobertura global excepto nos polos (cobertura até latitudes de +/- 70 graus).

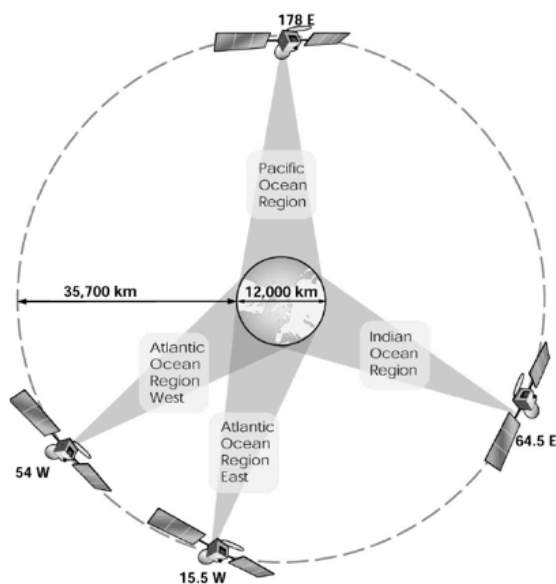


Figura 3.40 Constelação dos satélites Inmarsat-3 em órbita geoestacionária  
Fonte: Inmarsat, Inmarsat maritime communications handbook (Issue 4)

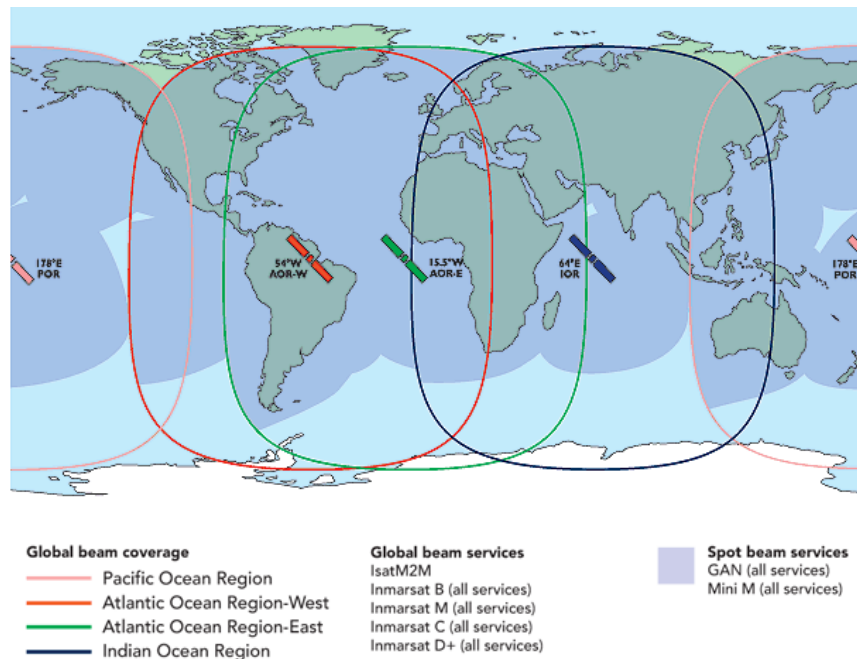


Figura 3.41 Mapa de cobertura dos satélites Inmarsat-3 em órbita geoestacionária  
Fonte: Inmarsat plc

Desenhada para transmissão na banda L, de mensagens (dados binários) até 32kbytes. A forma de transmissão das mensagens é designada por “*store and forward*”. Uma mensagem enviada a partir do terminal móvel (MES- *Mobile Earth Station*) para terra, é transmitida via um dos satélites geostacionários para uma estação costeira Inmarsat-C. A estação costeira (LES- *Land Earth Station*) atua como um interface ou portal de entrada entre o segmento espacial Inmarsat e as redes de telecomunicações terrestres. A LES armazena então a mensagem recebida e inicia a sua transmissão pelo segmento terrestre (redes de telefone, dados e telex) até ao destino final (fig 3.42).

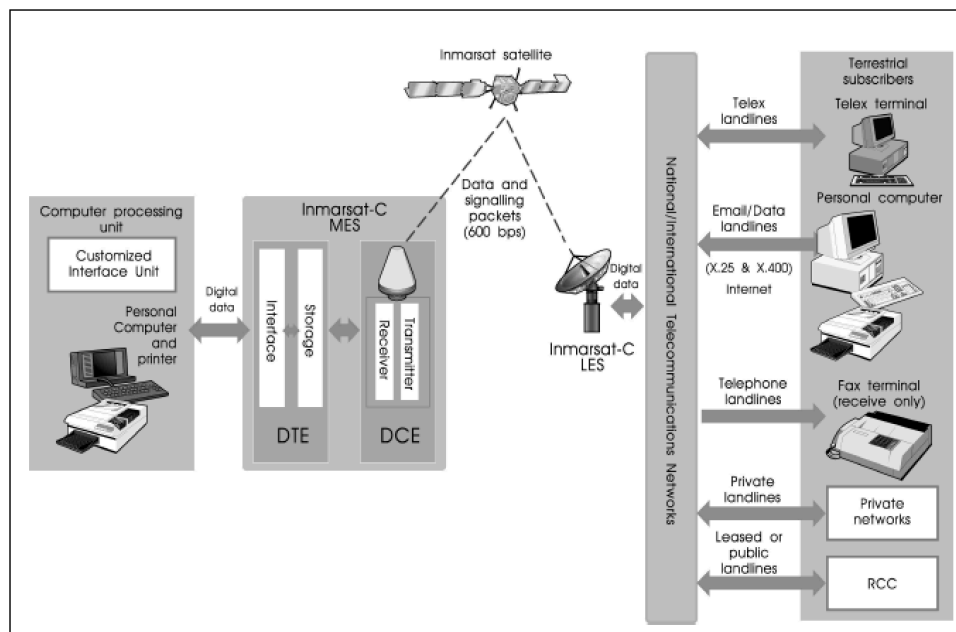


Figura 3.42 Esquema geral do sistema de comunicações Inmarsat-C  
 Fonte: Inmarsat, Inmarsat maritime communications handbook (Issue 4)

#### 3.1.5.4 Iridium Communications Inc.

A Iridium Communications é a empresa que atualmente gere a rede de satélites Iridium<sup>77</sup>.

Com uma constelação LEO de 66 satélites organizados em 6 planos orbitais a cerca de 800 km de altitude, cada satélite está ligado com todos os outros via canais rádio de interligação na faixa dos 23GHz (fig. 3.43 e 3.44). Esta rede de interligação permite manter uma ligação sem interrupções entre um terminal Iridium e o satélite que fizer a ligação à estação terrestre de ligação às redes de comunicações terrestres.

<sup>77</sup> O nome da constelação deriva do elemento químico Irídio ( $_{77}\text{Ir}$ ) com o número atômico igual ao número de satélites previsto na proposta inicial de constelação. No desenho definitivo foi reduzida para 66 satélites e Disprósio ( $_{66}\text{Dy}$ ) provavelmente também não era uma opção para o marketing da empresa.



Figura 3.43 Constelação Iridium  
Fonte: Iridium Communications

Tratou-se da primeira constelação LEO para uso comercial, desenhada pela Motorola e detida pela Iridium LLC, formada por um consórcio de empresas e governos.

Com o início da operação comercial em 1998, a Iridium LLC falhou os objetivos iniciais de angariação de subscritores e declarou falência em 2000, tendo os seus ativos sido adquiridos pela Iridium Satellite LLC, hoje Iridium Communications Inc. que continuou a prestar serviços globais de comunicações móveis ao departamento da defesa dos EUA, para além de clientes empresarias e individuais, beneficiando da sua cobertura superior às dos satélites de comunicações GEO.

A rede original construída entre 1997 e 1998 era constituída por 95 satélites, com 66 ativos e 29 em reserva. Com tempos de vida útil estimados de 7 anos, foi necessário substituir apenas 20<sup>78</sup> satélites ao longo dos últimos 20 anos.

---

<sup>78</sup> Uma das situações de avaria deveu-se a uma colisão em fev09 do satélite Iridium 33 com um satélite russo desativado, o Kosmos 2251. Tratou-se da primeira colisão não intencional de satélites de que resultaram mais de mil pedaços de material com mais de 10 cm. Esta colisão tornou-se um caso notável da problemática da gestão dos detritos no espaço e da necessidade de se estabelecer uma regulação internacional para a gestão do lixo espacial.

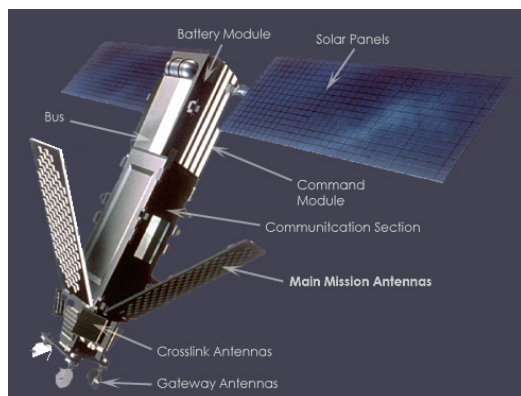


Figura 3.44 Estrutura de um satélite Iridium e exemplo de brilho Iridium(Iridium Flare)por reflexão da luz solar

Fonte: (1) <https://astrono1000sic.wordpress.com>

(2) [www.satobs.org](http://www.satobs.org) (Iridium 50 Flare at magnitude -8 near Sydney (by Geoff))

Em 2017 iniciou a renovação da constelação com o envio de 75 novos satélites (66+9) em 8 lançamentos que prevê concluir ainda em 2018<sup>79</sup>, introduzindo uma nova geração de satélites (Iridium NEXT) que irá aumentar drasticamente o nível de serviços de comunicações disponíveis (fig. 3.45).



Figura 3.45 a) Satélite Iridium Next b) 10 satélites Iridium Next agregados para lançamento

Fonte: Iridium Communications

<sup>79</sup> Com a renovação da constelação irão terminar progressivamente os famosos “brilhos Iridium” (*Iridium flares*) que permitiam observar a olho nu os satélites da constelação (fig. 3.44). Estes brilhos, que ocorrem devido à reflexão da luz solar numa das antenas de missão principal, podem atingir intensidades elevadas. Existem um conjunto de aplicações para smartphones que os tentam prever e uma entusiasta comunidade de observadores. Existem múltiplos registos disponíveis em [youtube.com](https://www.youtube.com) e informação adicional pode ser consultada em *Iridium FlareWell* (<https://www.iridium.com/flarewell/>).

A sua oferta de comunicações inclui:

- Serviço de voz baseado em telemóveis Iridium ou sistemas de comunicações instalados em navios, aeronaves e veículos terrestres;
- Serviço de mensagens de dados SBD (*short burst data*) baseado num *transceiver* Iridium SBD como por exemplo o Iridium 9603 SBD *data modem*. Este serviço suporta mensagens até 340/270 bytes (MO/MT);
- Serviço de voz e dados através do *transceiver* Iridium OpenPort®, desenhado para instalação em navios e que suporta cobertura global para voz e dados (transmitidos em banda L) até 1,5Mbps;
- Serviço de banda larga Iridium Certus<sup>SM</sup>, a nova plataforma multisserviços que explora as capacidades da nova constelação Iridium NEXT incluindo serviço de alto débito na banda Ka, com ligações até 8 Mbps para terminais fixos ou transportáveis.

### Serviços Iridium e o GMDSS

Em maio de 2018, o Comité de Segurança Marítima (MSC) da Organização Marítima Internacional (OMI) reconheceu oficialmente a Iridium Communications plc para poder prestar serviços no âmbito do sistema global de segurança marítima GMDSS<sup>80</sup>, prevendo a empresa lançar um produto GMDSS em 2020.

Para contexto, esta decisão da OMI põe fim a décadas de monopólio da Inmarsat no âmbito da convenção GMDSS, para a prestação de serviços de comunicações satélite de emergência no domínio marítimo.

---

<sup>80</sup> GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System):

Convenção global para socorro e segurança marítima desenvolvida pela OMI. O sistema GMDSS estabelece um conjunto de normativas que incluem a especificação de procedimentos, equipamentos e sistemas de comunicações (comunicações por satélite e rádio). Ao abrigo da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), todos os navios de arqueação bruta acima de 300 TAB (toneladas de arqueação bruta) em viagens internacionais devem transportar equipamento específico de radiocomunicações para enviar e receber comunicações de emergência e segurança.

### 3.1.6 Centro de Controlo

O Centro de Controlo (CC) de um sistema VMS também designado por *Fisheries Monitoring Center* (FMC) é o sistema de informação onde são armazenados, explorados e disseminados os dados transmitidos pelas embarcações de pesca.

#### 3.1.6.1 Arquitetura

O CC costuma estar organizado de forma hierárquica em centro de controlo principal e centros locais ou remotos, em função de diferentes critérios como a distribuição geográfica das entidades com responsabilidades na fiscalização ou em função da arquitetura interna de cada instituição que explora os dados VMS, podendo neste caso, os CC serem organizados por jurisdições ou competências, i.e., subáreas geográficas, segmentos de frota, artes de pesca, espécies dirigidas, etc. (fig. 3.46).

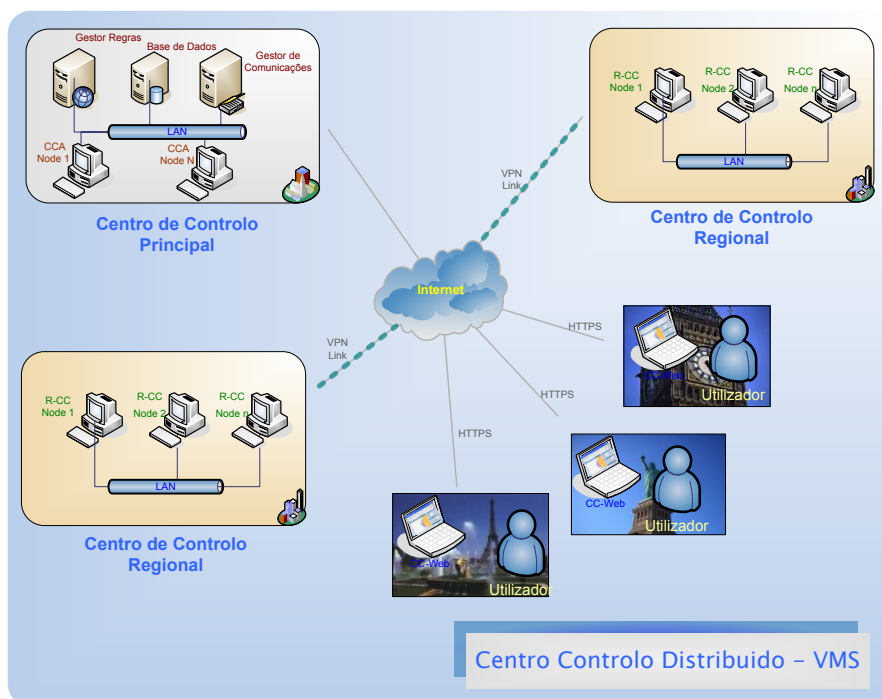


Figura 3.46 Arquitetura de um Centro de Controlo VMS distribuído  
Fonte: Xsealence S.A.

Em função da área de jurisdição, podem ser considerados CC Nacionais quando dedicados à monitorização da atividade de pesca praticada dentro de uma zona económica exclusiva (ZEE), CC Internacionais, casos em que podem existir de forma

autónoma abrangendo águas internacionais afetas a uma convenção de gestão conjunta da atividade de pesca (organizações regionais de gestão da pesca) ou CC Regionais quando a sua área de jurisdição integra um conjunto de ZEE e respetivos centros nacionais e águas internacionais.

Alguns exemplos:

FMC nacionais com delegações regionais:

- Portugal (DGRM):
  - FMC-PT: Lisboa (DGRM);
  - CCReg: Madeira (DRPM), Açores (IRPA), Marinha (Comando Naval e DGAM), Força Aérea (Comando Aéreo), GNR (UCC).
- Angola (Ministério das Pescas):
  - FMC-AO: Luanda;
  - CCReg: Luanda, Cabinda, Zaire, Kwanza-Sul, Benguela, Namibe.

FMC Internacionais:

- FMC NAFO - *Northwest Atlantic Fisheries Organization*;
- FMC NEAFC - *North East Atlantic Fisheries Commission*.

FMC Regionais:

- FMC FFA – *Pacific Islands Forum Fisheries Agency*;
- FMC COI - Comissão do Oceano Índico.

### **3.1.6.2 Módulos e funcionalidade**

O sistema de informação do Centro de Controlo VMS inclui pelo menos um sistema de informação geográfica (SIG), um sistema de gestão de base de dados (SGBD) e um módulo de gestão de comunicações para processamento do tráfego de mensagens entre os navios e o CC.

Em complemento das funcionalidades básicas para visualização e acompanhamento dos movimentos da frota de pesca, a aplicação do centro de controlo (fig. 3.47 e 3.48),



tipicamente disponibiliza um conjunto de ferramentas que permitem realizar as seguintes tarefas:

- Monitorização das comunicações das embarcações;
- Controlar atividades de pesca em áreas relevantes;
- Assegurar a correta troca de dados com outros CC;
- Integração de diversos fornecedores dos dados;
- Notificação de alertas e eventos;
- Administração e configuração centralizada;
- Auditoria e relatórios centralizados.

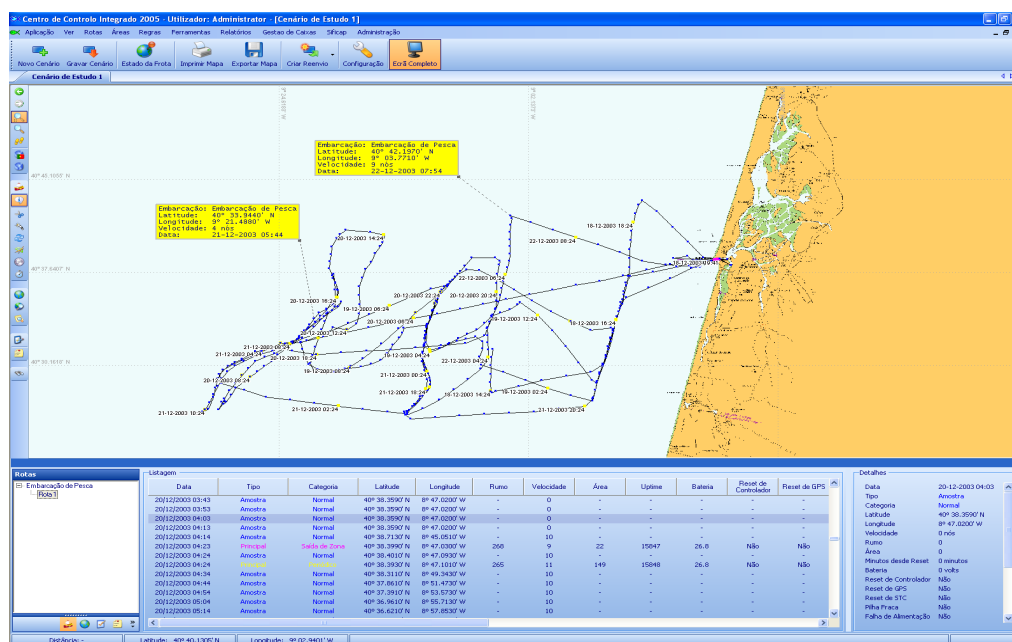


Figura 3.47 Exemplo de interface de utilizador para o operador de Centro de Controlo VMS  
Fonte: Xsealence S.A.

A aplicação do Centro de Controlo VMS para além de assegurar a funcionalidade nuclear que permita verificar a conformidade da atividade das embarcações de pesca com os regulamentos aplicáveis nas áreas em que operam, também pode ser explorada para objetivos adjacentes ligados à conservação e gestão sustentável da pesca (fig. 3.47) como:

- Gestão de áreas sensíveis e protegidas, como santuários marinhos;

- Monitorização de atividade e chegadas a porto para planear a ações de amostragem;
- Seguimento, monitorização e previsão do esforço de pesca, atividade e localização;
- Gestão de programas de observadores;
- Verificação / validação de dados de outras fontes;
- Identificação de embarcações de pesca.



Figura 3.48 Exemplos de módulos funcionais de um Centro de Controlo VMS  
Fonte: Xsealence S.A.

## 3.2 *Portugal pioneiro mundial*

### 3.2.1 O papel de Portugal no nascimento dos sistemas VMS

Em 1988 a então Secretaria de Estado das Pescas solicitou ao INESC – Instituto de Engenharia e Sistemas de Computadores, uma consultoria tecnológica com vista à concepção e desenvolvimento de um sistema que permitisse monitorizar os movimentos da frota de pesca longínqua, recorrendo a comunicações satélite.

Deste projeto resultaram os primeiros protótipos da unidade embarcada, que integravam um transceptor de comunicações satélite Inmarsat-C (TT-3020A), um receptor GPS, placa controladora com microcontrolador Intel 8051, fonte de alimentação e um conjunto de 2 baterias internas (fig. 3.49).



Figura 3.49 - Protótipo de Caixa MONICAP  
Fonte: Arquivo histórico da Xsealence S.A.

Em 1989, o primeiro protótipo foi instalado no navio de investigação das pescas “Noruega” (fig. 3.50), do então IPIMAR- Instituto Português de Investigação do Mar (atual IPMA por fusão com o Instituto de Meteorologia), tendo-se assistido no ano seguinte à instalação de mais 9 sistemas<sup>81</sup>.



Figura 3.50 – Navio Noruega do IPMA  
Fonte: [www.ipma.pt/pt/navios/noruega](http://www.ipma.pt/pt/navios/noruega)

Para contextualizar o grau de inovação do projeto, convém ter presente que no limiar dos anos 90, o serviço de comunicações satélite INMARSAT-C dava os seus primeiros passos e o uso civil do sistema GPS era ainda uma raridade.

---

<sup>81</sup> A caixa exterior do protótipo inicial foi pintada de cor verde, mas a primeira versão industrial já usou o azul como cor dominante que deu origem ao termo Caixa Azul ou Blue Box para designar genericamente os equipamentos VMS instalados nos navios monitorizados.

Proxada a eficácia do projeto, em 91/92 é produzida e instalada a 1ª série industrial (fig. 3.51) daquele que se tornou um sistema pioneiro mundial, na medida em que se aplicaram pela primeira vez soluções de comunicações satélite e de navegação satélite para o registo e transmissão automática para terra dos movimentos de uma embarcação de pesca.

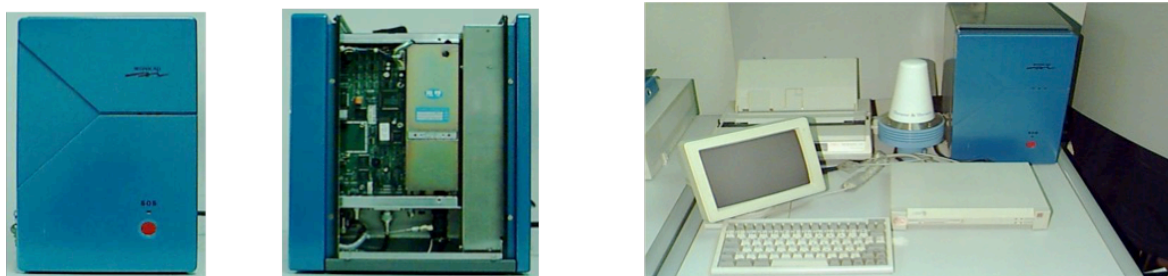


Figura 3.51 – Caixa MONICAP 1G - Primeira versão industrial - 1992  
Fonte: Arquivo histórico da Xsealence S.A.

Nascia assim, fruto de uma colaboração feliz entre a administração central e o I&D nacional e de forma pioneira, o sistema VMS português, designado por **Sistema MONICAP** (MONitorização Contínua da Atividade de Pesca). Na figura seguinte apresentam-se alguns recortes de imprensa como testemunhos desta fase histórica do sistema VMS nacional.



Figura 3.52 – Sistema MONICAP – Recortes de imprensa  
Fonte: Arquivo histórico da Xsealence S.A.

### 3.2.2 Sistema MONICAP

A inovação do projeto levou a que entre 1990 e 1991, fossem realizadas duas apresentações em Bruxelas para os representantes da Inspeção das Pescas dos Estados Membros.

Durante o ano de 1992, foi instalada uma Caixa MONICAP num navio de Inspeção da Comunidade Europeia "Ernst Haeckel", que operou na NAFO, com vista a testes de avaliação efetuados pela Directorate General for Fisheries – DG XIV.

Ainda no mesmo ano, foi realizada uma demonstração do sistema na Austrália para a AFMA (Australia Fisheries Management Authority) tendo o MONICAP demonstrado o seu funcionamento eficaz em qualquer parte do globo.

Provada a eficácia do projeto, com valências em áreas desde a investigação científica ao controlo dos recursos piscícolas, o mesmo foi adotado como o sistema de monitorização e controlo de pescas pela Direção Geral de Pescas. Entre 1992 e 2007 foram realizados sucessivos contratos com a Direção Geral de Pescas em Portugal, para o fornecimento e instalação de Caixas MONICAP nas suas diferentes evoluções (fig. 3.53 a 3.55).



Figura 3.53 – Caixa MONICAP 2G - Segunda versão industrial - 1995  
Fonte: Arquivo histórico da Xsealence S.A.



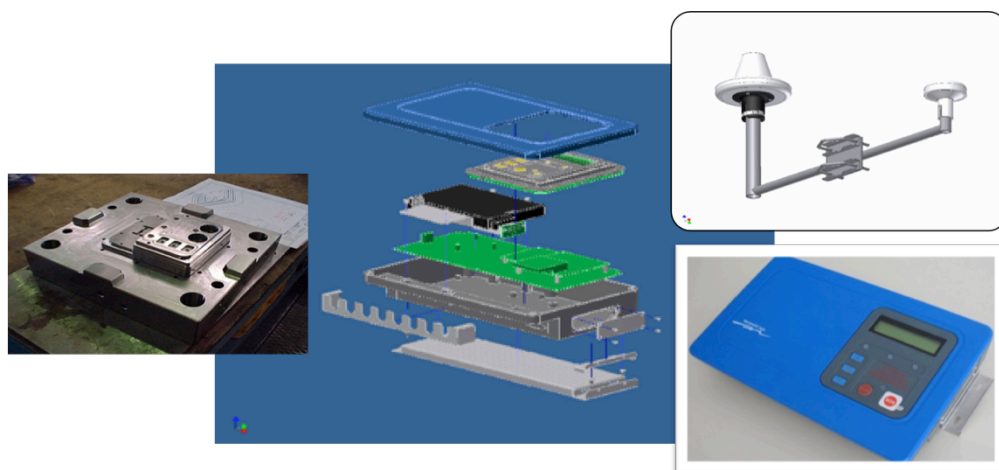


Figura 3.54 – Caixa MONICAP 3G - Terceira versão industrial – 2007  
 Fonte: Arquivo histórico da Xsealence S.A.

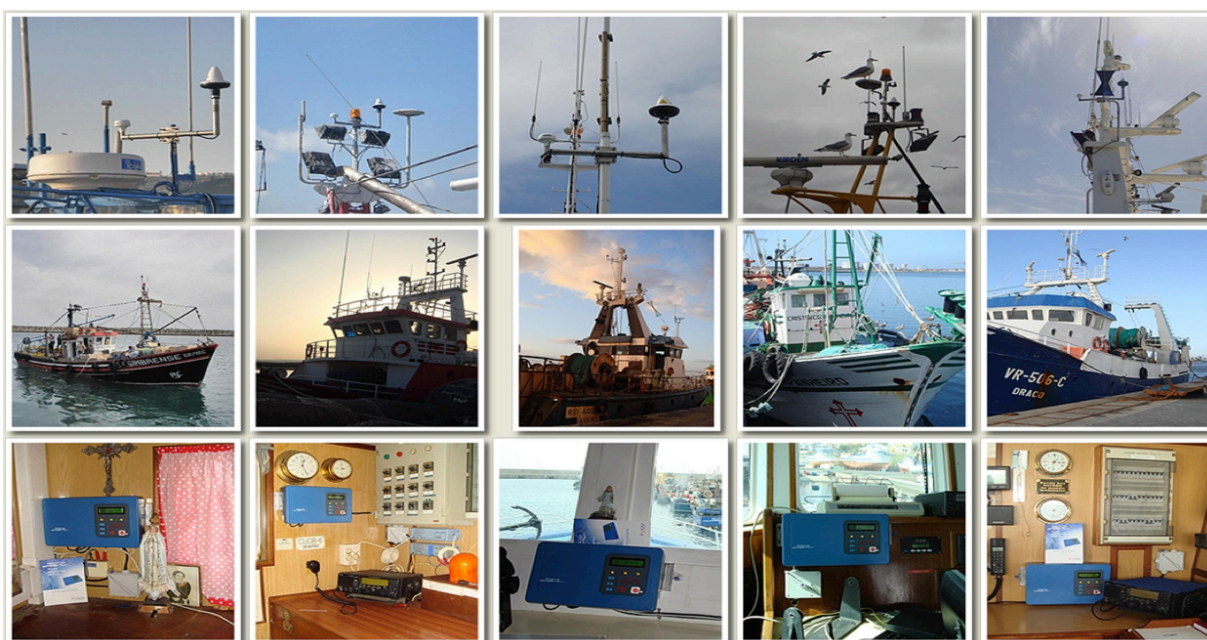


Figura 3.55 – Exemplos de instalações de Caixas MONICAP 3G - 2009  
 Fonte: Xsealence S.A.

Actualmente, a administração de pesca portuguesa, através da sua Direção-Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos (DGRM), mantém-se fiel à sua aposta visionária, mantendo uma estratégia de investimento continuado na exploração e evolução do sistema MONICAP em Portugal, o que a mantém na vanguarda europeia e mundial dos sistemas VMS.

Hoje em dia, cerca de 600 embarcações de pesca da frota nacional são monitorizadas diariamente pelo sistema MONICAP.

Fruto do continuado investimento em desenvolvimento e inovação ao longo dos últimos 25 anos, o Sistema MONICAP continua a liderar tecnologicamente a oferta internacional neste domínio. Simultaneamente, esta tecnologia portuguesa internacionalizou-se, tendo realizado fornecimentos numa primeira fase em Espanha, Irlanda e França, e mais tarde em Angola, Turquia, São Tomé e Príncipe e mais recentemente em Cabo Verde. Atualmente o sistema MONICAP é mantido e evoluído pela Xsealence – Sea Technologies S.A. ([www.xsealence.com](http://www.xsealence.com)), empresa criada em 2013 por spin-off do INOV INESC Inovação (fig. 3.56).



Figura 3.56 – Histórico da atividade de desenvolvimento tecnológico do sistema MONICAP  
Fonte: Autor

## **4 Evolução dos sistemas VMS**

### ***4.1 Sustentabilidade da atividade de pesca***

Satisfeitas as necessidades primárias de fiscalização dos movimentos e áreas geográficas de operação da frota de pesca, os sistemas VMS atuais evoluíram na sua funcionalidade para ferramentas de suporte à gestão da sustentabilidade das pescarias.

#### **4.1.1 Diários de Pesca Electrónicos**

Assim, os sistemas VMS para além da informação sobre os movimentos, como a posição, rumo e velocidade, hoje em dia transmitem também as capturas realizadas. Estas capturas são registadas a bordo pelo mestre da embarcação numa aplicação informática (fig. 4.1) onde preenche os relatórios de captura. A aplicação comunica com a Caixa Azul para transmitir o relatório de capturas para o Centro de Controlo. Nestes relatórios ficam registados o local de início e fim da operação de pesca bem como as espécies capturadas e respetivas quantidades estimadas. Os sistemas de registo e transmissão das capturas são designados por Diários de Pesca Electrónicos (DPE).



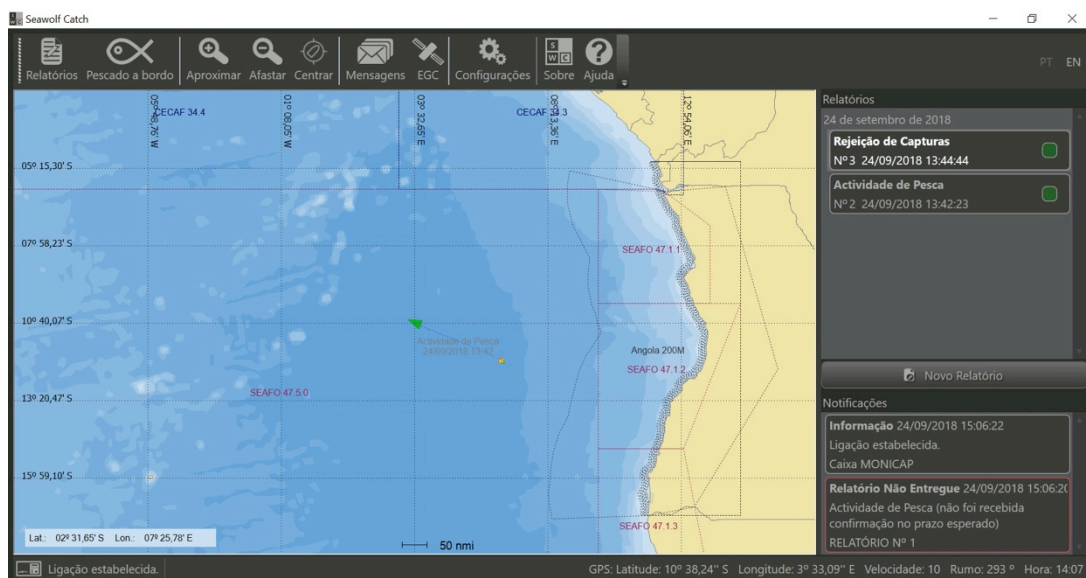


Figura 4.1 Exemplo de aplicação de DPE embarcada - SeaCatch™ Fonte: Xsealence S.A.

#### 4.1.2 Projeto SHEEL - Secure and Harmonised European Electronic Logbook

Em 2004 a Comissão Europeia, através do JRC<sup>82</sup>, desenvolveu o projeto europeu SHEEL<sup>83</sup> (FP6 nº502153) em parceria com administrações de pesca e empresas ligadas ao desenvolvimento tecnológico, para promover o desenvolvimento e demonstração de soluções que permitissem o registo eletrónico e a transmissão via satélite dos diários de pesca, até então preenchidos em papel.

Deste projeto concluído em 2006, resultaram um conjunto de protótipos e demonstrações (fig. 4.2) precursoras da iniciativa legislativa comunitária que tornou mandatório o registo eletrónico a bordo e a transmissão dos relatórios das capturas a partir do navio para as administrações de pesca.

<sup>82</sup> EU JRC – *Joint Research Centre*.

<sup>83</sup> Projeto SHEEL  
*CORDIS - Secure and Harmonised European Electronic Logbook (SHEEL)*



Figura 4.2 Proj. SHEEL - Protótipo de Relatórios de Pesca Eletrónicos, instalado a bordo da embarcação de pesca Ria de Aveiro.  
Fonte: Autor

No espaço marítimo sob jurisdição da UE são preenchidos e transmitidos os seguintes relatórios relativos às capturas realizadas:

- Relatório de Captura;
- Declaração de pescado a bordo à entrada/saída de região de pesca;
- Relatório de transbordo;
- Relatório de descarga;
- Declaração de início de viagem de pesca;
- Relatório de Notificação de retorno a porto.

Atualmente o recurso aos DPE está disseminado no espaço comunitário e a legislação da UE relativa aos diários de pesca electrónicos está condensada no seguinte regulamento:

- REGULAMENTO DE EXECUÇÃO (UE) N.º 404/2011 DA COMISSÃO de 8 de Abril de 2011 que estabelece as regras de execução do Regulamento (CE) n.º 1224/2009 do Conselho que institui um regime comunitário de controlo a fim de assegurar o cumprimento das regras da Política Comum das Pescas.

### **4.1.3 Gestão das capturas**

Os sistemas VMS modernos são uma ferramenta eficaz para a fiscalização do cumprimento dos regulamentos de pesca e para o controlo em tempo real da atividade, em termos das capturas realizadas por cada embarcação ou por uma frota

Esta informação sistematizada, pode alimentar um sistema de gestão de quotas mais flexível e dinâmico no tempo, na medida em que permite consolidar de forma automática as capturas realizadas pelas diferentes frotas e/ou pescarias e tomar decisões de fecho da atividade ou distribuição de quotas por embarcações ou áreas de pesca.

Desta forma é possível operacionalizar um sistema eficaz de gestão e conservação das unidades populacionais baseado em informação fiável e atempada sobre as espécies e quantidades capturadas bem como os locais onde decorrem as operações de pesca.

Esta informação pode ainda ser usada para apoiar a indústria de pesca no desenvolvimento de estratégias de diferenciação e valorização do pescado, a partir da sua rastreabilidade.

### **4.1.4 Pesca acessória e descartes**

Um fator de importância crítica na gestão dos recursos e conservação dos oceanos, está relacionado com o elevado nível das capturas de espécies não dirigidas ou acessórias<sup>84</sup> que se estimam em cerca de 40%<sup>85</sup> das capturas marinhas globais.

Para além do astronómico volume de biomassa que representam, este tipo de capturas dizima também um conjunto de espécies marinhas ameaçadas de extinção, incluindo espécies de golfinhos, tubarões, pequenos cetáceos, tartarugas e aves marinhas. Como referido em secção anterior, a própria FAO já desenvolveu planos de ação internacionais para mitigar o impacto da pesca nestas espécies.

---

<sup>84</sup> Por pesca acessória entende-se o conjunto das capturas sem aproveitamento e que são posteriormente rejeitadas ou descartadas no mar.

<sup>85</sup> *DAVIES - Defining and estimating global marine fisheries bycatch. Marine Policy*

Consciente da importância da redução do nível de pesca acessória e da pesca descartada, a FAO publicou em 2011 as “Diretivas Internacionais sobre a Gestão de Capturas não dirigidas e Redução de Descartes”<sup>86</sup>.

Para reduzir a mortalidade de espécies não dirigidas, em 2014, os ministros das pescas da UE acordaram a proibição das rejeições de pescado a bordo, como uma medida de gestão e conservação alinhada com os princípios acordados ao nível da FAO, para reduzir ou eliminar as capturas acessórias. No âmbito deste acordo, a CE tornou obrigatório o registo em relatório de todas as capturas realizadas (dirigidas e acessórias) e a conservação a bordo da totalidade do pescado capturado, mesmo o que não tenha interesse comercial para descarga posterior em porto.

Desta forma espera-se conseguir reduzir os níveis de mortalidade de espécies de peixe acessórias e promover o desenvolvimento de artes de pesca mais seletivas que permitam reduzir a pressão negativa nos ecossistemas e melhorar a produtividade das pescarias.

#### ***4.2 Hierarquia de sistemas (VMS, MCS, Gestão da Pesca)***

Os sistemas VMS aplicados às frotas de pesca são uma parte de um conceito mais abrangente de monitorização, controlo e vigilância (MCV/MCS)<sup>87</sup> da atividade de pesca ou da atividade marítima em geral. Por sua vez, numa perspetiva hierárquica de sistemas, a informação recolhida e a produzida por estes sistemas, pode alimentar um sistema de informação de mais alto nível dedicado à gestão integrada da atividade de pesca (fig. 4.3).

---

<sup>86</sup> FAO - *International Guidelines on Bycatch Management and Reduction of Discards*, Roma

<sup>87</sup> MCS - *Monitoring Control and Surveillance*

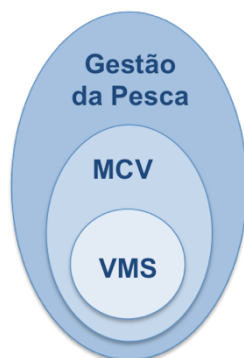


Figura 4.3 Hierarquia de sistemas  
Fonte: Autor

#### 4.2.1 Sistemas de Monitorização Controlo e Vigilância

Os sistemas de MCV são mais uma implementação de um plano ou estratégia de monitorização e controlo das pescas do que uma funcionalidade ou tecnologia específica.

Resultam de uma abordagem integrada e interoperacional das competências e recursos afetos às seguintes funções, tal como definidas pela FAO<sup>88</sup>:

- Monitorização: acompanhamento contínuo do esforço de pesca;
- Controlo: mecanismos reguladores sob os quais a exploração dos recursos pode ser efetuada;
- Vigilância: vários tipos de observações necessárias para manter a atividade da pesca de acordo com os mecanismos reguladores.

As funções de fiscalização e controlo da atividade de pesca, serão tanto mais eficazes quanto mais coerentes e integradas forem as competências e capacidades aplicadas em cada um destes vetores.

A nível nacional, no início da década de 90, a fim de dar cumprimento às disposições da Convenção sobre o Direito do Mar (CNUDM) e no quadro da Política Comum das

---

<sup>88</sup> FLEWWELLING - Recent Trends in Monitoring, Control and Surveillance Systems for Capture Fisheries (FAO Fisheries Technical Paper. No. 415)

Pescas, enquanto Estado Membro da União, Portugal concebeu o seu sistema de Monitorização, Controlo e Vigilância, o Sistema Integrado de vigilância, Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca, também conhecido pelo acrónimo SIFICAP<sup>89</sup>.

#### **4.2.2 Sistema de Gestão da Pesca**

À semelhança do MCV, um sistema de gestão integrada da pesca<sup>90</sup> é também antes de mais um conceito. O sistema de gestão integra os resultados produzidos ao nível de cada um dos três vetores da MCV e atua como sistema de controlo do desempenho do sistema MCV, produzindo as alterações e ajustes que sejam necessários nas diferentes vertentes (monitorização, controlo e vigilância), através de medidas de gestão de pesca, nomeadamente:

- Recolha de dados sobre aspectos biológicos, económicos e sociais das pescarias;
- Tomada de decisão ou planeamento de gestão de pescas;
- Implementação, envolvendo tanto a administração como os membros da comunidade pesqueira e da indústria.

##### **4.2.2.1 Gestão de Pesca**

Para determinar as políticas de pesca que assegurem a sustentabilidade da atividade de pesca, o poder político socorre-se dos pareceres científicos produzidos por instituições públicas mandatadas para a avaliação da atividade e definição de limites de capturas em função das áreas geográficas/estatísticas e espécies sob gestão.

O poder político define a política de pesca e a administração das pescas assume os objetivos de gestão da atividade de pesca nos territórios sob sua jurisdição ou sob gestão partilhada, estabelecendo os planos de ação para a gestão e conservação.

---

<sup>89</sup> DGRM - SIFICAP

<sup>90</sup> IFM – *Integrated Fisheries Management*

A este nível, são definidos os planos de licenciamento da atividade da frota, que incluem a definição das artes de pesca, as espécies dirigidas, as áreas e os calendários permitidos; as restrições à atividade de pesca; os planos de quotas anuais de capturas e os planos de recuperação de unidades populacionais específicas ou outras medidas de limitação do esforço de pesca.

As políticas de pesca num plano mais estratégico e a atividade de gestão da pesca num plano mais operacional, devem apoiar-se no melhor aconselhamento científico disponível ponderado com as necessidades e objetivos da indústria de pesca ou comunidades de pesca, de uma forma que torne a exploração dos recursos viável e sustentável.

#### *4.2.2.2 Investigação da Pesca*

A comunidade científica investiga e fundamenta estimativas de rendimento máximo sustentável para as diferentes unidades populacionais, sendo essa uma referência base para a avaliação do estado dos pesqueiros que se pretendem gerir e desenvolver.

Com base no conhecimento científico desenvolvido, a investigação da pesca poderá também propor métodos inovadores de gestão e proteção dos recursos. Desenhando por exemplo, modelos mais finos e dinâmicos de atribuição de quotas ou de gestão do esforço de pesca<sup>91</sup> permitido; considerando licenciamentos com calendários variáveis em função das capturas vs. esforço de pesca associado, atribuídas a áreas geográficas mais restritas, definindo licenças mais seletivas em termos de artes de pesca permitidas, etc..

---

<sup>91</sup> Esforço de pesca - Conjunto de medidas e valores que definem a intensidade de pesca exercida sobre um recurso. Depende do número de embarcações e suas características, do número de dias de pesca e do tamanho da arte usada.

INE – Esforço de Pesca

#### ***4.2.2.3 Fiscalização da Pesca***

A fiscalização por sua vez, verifica e promove o cumprimento das regras e regulamentos estabelecidos para a atividade de pesca, monitorizando e controlando a atividade da frota.

Uma fiscalização eficaz necessita abranger o circuito do pescado desde a captura até ao consumidor. Assim, a fiscalização da atividade de pesca deve, entre outras, ser capaz de verificar as declarações de captura reportadas pelas embarcações, cruzá-las com as descargas efetuadas nos portos de pesca ou declarações de transbordo e posteriormente deve ser capaz de controlar/verificar o circuito de comercialização do pescado, desde a primeira venda até aos operadores económicos que intermedeiam a chegada dos produtos da pesca ao consumidor final.

#### ***4.2.2.4 Indústria de Pesca***

Neste contexto, a indústria de pesca deve perseguir o melhor rendimento económico possível, praticando uma pesca responsável, alinhada com as regras de gestão e conservação definidas pela regulamentação de pesca estabelecida e procurando beneficiar das melhorias espectáveis, quiçá exigíveis, nos níveis das capturas admissíveis, que as políticas, planos e medidas de gestão e conservação também perseguem.

#### ***4.2.2.5 Visão holística da gestão da pesca***

A gestão da pesca num sentido mais lato, pode ser vista como um serviço do ecossistema que integra um conjunto de atores (a administração, a indústria e a investigação da pesca) e os resultados das suas interações no processo de gestão da pesca (fig. 4.4).





Figura 4.4 Gestão sustentável da pesca  
Fonte: Xsealence S.A.

### 4.3 *Cooperação entre sistemas VMS*

Todos os instrumentos internacionais de suporte às medidas de gestão e conservação dos recursos haliêuticos, preconizam a cooperação internacional entre estados. Assim é também na gestão operacional dos sistemas VMS, no que concerne a troca de informação entre Centros de Vigilância das Pescas (CVP) sobre a atividade das embarcações.

#### 4.3.1 Modelos para o fluxo de informação entre a embarcação e os CVP

Os CVP podem estar preparados para receber diretamente comunicações de múltiplos fabricantes de caixas azuis. Contudo, na prática cada sistema VMS acaba por definir requisitos específicos para o conteúdo e formato das mensagens transmitidas pelos equipamentos homologados para aquele sistema, dificultando a interoperabilidade dos terminais VMS embarcados e os diferentes CVP a quem tenham de reportar.

Não existindo um standard de facto, a solução adoptada para normalizar o intercâmbio de informação entre uma Caixa Azul e os diferentes CVP foi estabelecer o

CVP do estado de pavilhão como o único interlocutor direto com a Caixa Azul, independentemente das águas onde a embarcação de pesca opere. Este CVP por sua vez, irá reencaminhar automaticamente a informação de posição e/ou capturas de uma embarcação para os outros CVP Costeiros em cujas águas desenvolva atividade de pesca (fig. 4.5).

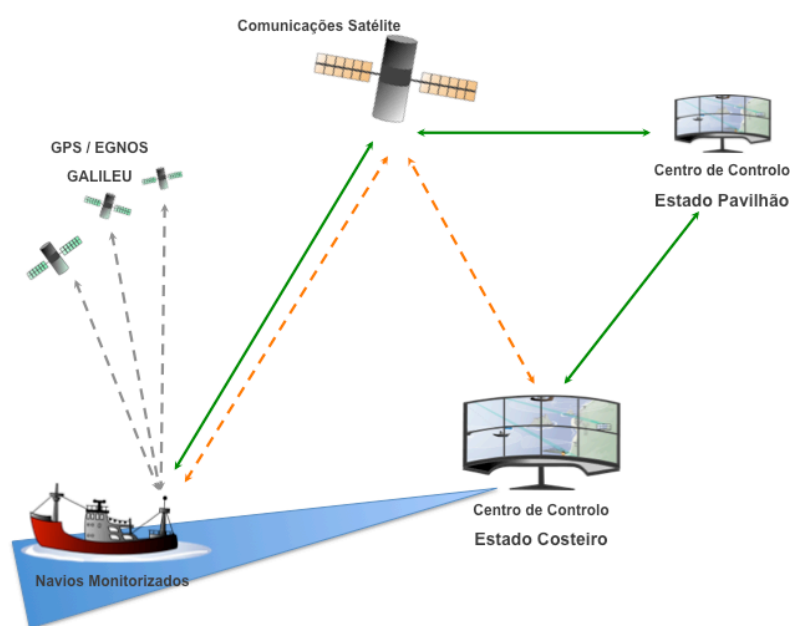


Figura 4.5 Fluxo de informação entre navio e CVP.  
Estado Costeiro vs. Estado Pavilhão  
Fonte: Autor

Desta forma, a responsabilidade da embarcação termina no CVP do seu estado de pavilhão, sendo este responsável por reencaminhar de forma automática a informação transmitida pelo terminal VMS para o CC da entidade relevante (CVP de uma ZEE ou de uma Organização Regional de Gestão de Pesca (ORGP)).

#### 4.3.1.1 Modelo UE

A Comissão Europeia representa os estados membros (EM) nas relações internacionais no contexto da pesca. É a CE que negocia os acordos de pesca entre a UE e países terceiros, onde se definem as condições de acesso da frota europeia às águas sob jurisdição de países terceiros.

Internamente a CE também define as obrigações de partilha de dados relativos à atividade de pesca, entre os seus estados membros.

Desta forma e para padronizar a troca de informação entre CVP, a CE adotou o conceito de nó central europeu (Projeto FLUX) para a interligação entre os CVP dos EM e entre estes e os CVP de países terceiros.

#### ***4.3.1.2 Programa europeu de gestão integrada de dados das pescas (IFDM)<sup>92</sup>***

A DG MARE<sup>93</sup> desenvolveu uma infraestrutura de comunicações via internet baseada no standard FLUX<sup>94</sup>, desenhada para padronizar e automatizar a troca de informação relativa à atividade de pesca entre os estados membros (fig. 4.6).

Com esta infraestrutura são harmonizados os formatos dos dados (FLUX UN/CEFACT)<sup>95</sup>, a tecnologia para a troca dos dados (FLUX Transportation Layer<sup>96</sup>) e o método de conexão (ligação em estrela, i.e., cada nó terminal tem apenas uma ligação ao nó central).

O FLUX não armazena informação, apenas fornece o envelope e o interface de ligação entre um utilizador e os dados num determinado CVP. Para além disso, gere e cataloga as transações entre clientes.

Assim, em função das águas onde opera, este nó central é usado pelos CVP dos EM para partilharem dados das suas embarcações com os CVP das águas em que as suas embarcações operem.

---

<sup>92</sup> IFDM - *Integrated Fisheries Data Management*

<sup>93</sup> DGMARE - Direção Geral para os Assuntos Marítimos e Pescas (CE)

<sup>94</sup> FLUX - *Fisheries Language for Universal eXchange*

<sup>95</sup> UN/CEFACT - *United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business*

<sup>96</sup> PETOFALVI - Integrated fisheries data management programme, Phase 1: fisheries control and monitoring

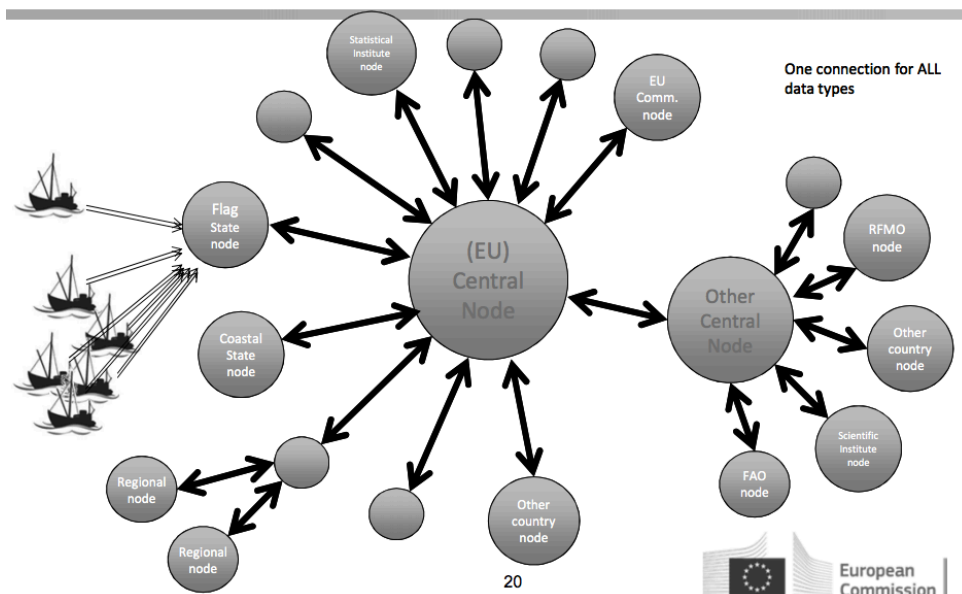


Figura 4.6 EU FLUX Esquema do fluxo de informação sobre pescas entre diferentes entidades  
 Fonte: Negroni, Gianluigi, *FLUX PRESENTATION DG MARE - D4 Integrated Fisheries Data Management*, Nov 2016

## 4.4 Integração com outros sistemas de fiscalização complementares

### 4.4.1 Inspetores das pescas

As tecnologias de controlo das pescas baseadas no VMS não substituem os métodos tradicionais de controlo e vigilância, como as inspeções a bordo do navio ou em terra. Os sistemas VMS ajudam a orientar a ação, tornando-a mais eficaz. Ao cruzar dados provenientes de sistemas diferentes, as autoridades competentes podem aplicar estratégias de controlo em função do risco, reduzindo significativamente o custo total da monitorização e vigilância das pescas e aumentando a sua eficácia.

Assim, os sistemas VMS podem apoiar a ação do inspetor a bordo ou em porto, tornando-a mais eficaz e exata se disponibilizarem de forma integrada, aplicações móveis baseadas em tecnologias de informação e comunicações que permitam por exemplo, a consulta em tempo real dos relatórios de capturas transmitidos pela

embarcação ou do histórico de inspeções realizadas, bem como o preenchimento de relatórios em suporte digital (fig. 4.7).

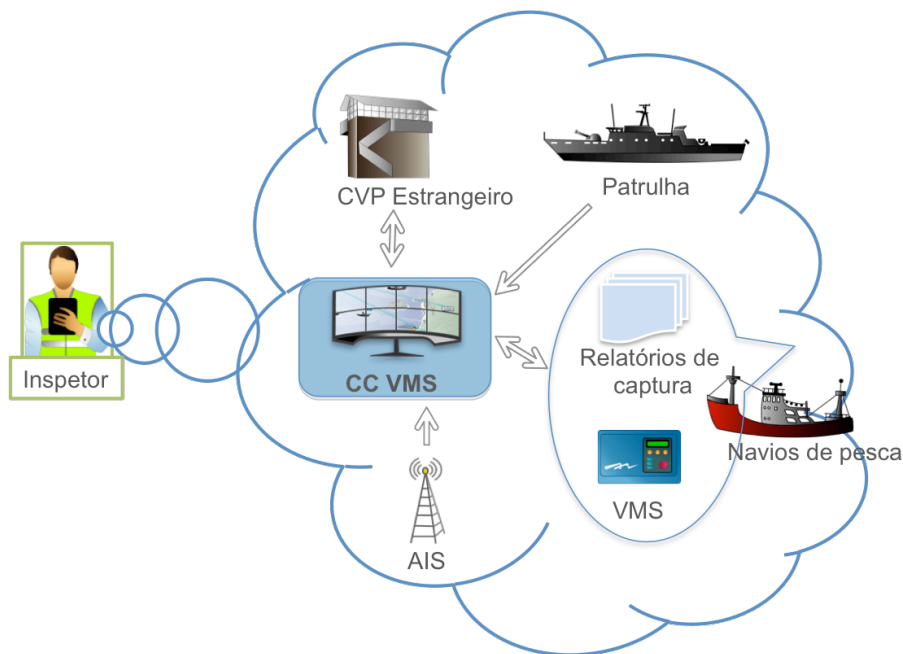


Figura 4.7. Acesso móvel ao CC VMS para suporte às equipas de inspeção no terreno  
Fonte: Autor, Xsealence S.A.

Outras funcionalidades de apoio à atividade de inspeção no terreno podem incluir:

- Acesso ao repositório da informação de inspeção;
- Ligação a outros sistemas e repositórios de informação (licenciamento, vendas, dados de empresa);
- Recolha de dados diretamente do terminal VMS;
- Inspeção das descargas em porto, com acesso aos dados de capturas anteriores;
- Acesso às características registadas da embarcação para despiste de infrações.

#### 4.4.2 Meios patrulha

Outro exemplo de integração dos sistemas VMS, consiste na partilha dinâmica de dados sobre a atividade da frota com os meios operacionais de patrulha, navais ou aéreos.

Desta forma, a informação obtida a partir dos sensores dos meios de patrulha (alvos AIS<sup>97</sup>, radar ou avistamentos) pode ser partilhada com o Centro de Controlo VMS que por sua vez apoia a missão no terreno, com informação específica sobre os alvos detetados e inclusive, em função da análise de risco, pode propor objetivos de missão específicos (fig. 4.8)

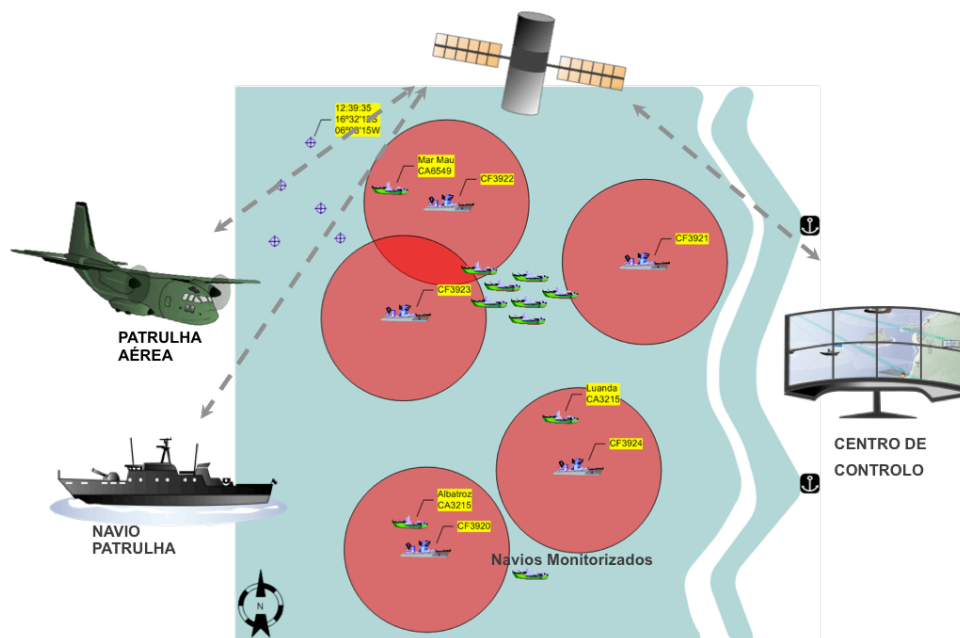


Figura 4.8. Integração dos meios de patrulha com CC VMS  
Fonte: Autor, Xsealence S.A.

---

<sup>97</sup> AIS – *Automatic Identification System*

Sistema de identificação automática de curto alcance que recorre a comunicações VHF para a transmissão e receção de dados de identificação e posição de navios.

## 4.5 Integração com sistemas de monitorização/deteção complementares

A informação obtida no CVP sobre a atividade da frota de pesca pode ser complementada e cruzada com dados complementares provenientes de outros sistemas de monitorização do espaço marítimo, nomeadamente os sistemas VTS e de Teledeteção.

### 4.5.1 Integração com VTS

Os sistemas VTS (*Vessel Traffic Service*) são compostos por um conjunto de infraestruturas ao longo da costa, com sensores para deteção de embarcações (Radar e AIS) e um centro de controlo que permitem às autoridades prestar serviços de coordenação e regulação de tráfego marítimo até às 50 milhas da costa (fig. 4.9).

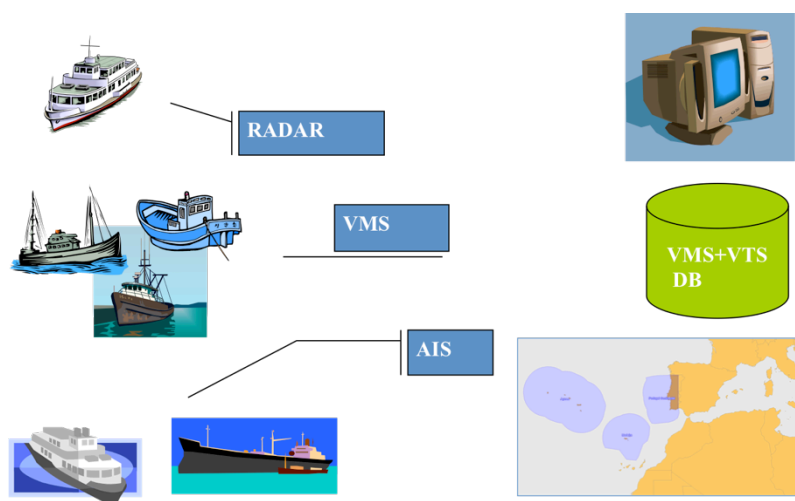


Figura 4.9 Integração VMS – VTS (AIS)  
Fonte: Autor, Xsealence S.A.

Os alvos detetados e/ou identificados por este tipo de sistema/sensores podem ser integrados no CVP para melhorar o conhecimento situacional marítimo e detetar situações de infração em embarcações da frota VMS (fig.4.10).

Tendo os sistemas VTS sido concebidos para o aumento da segurança do transporte marítimo, têm associados requisitos técnicos que limitam a sua utilização na fiscalização da atividade de pesca ou outras atividades económicas, como sejam a

possibilidade de o utilizador poder introduzir manualmente a informação transmitida pelo *transponder* AIS.

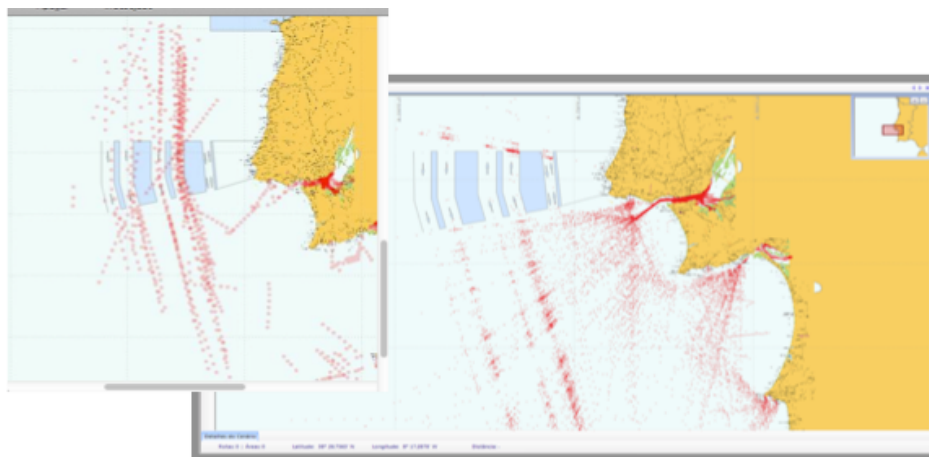


Figura 4.10 Integração VMS – VTS (AIS)  
Fonte: Xsealence S.A.

#### 4.5.2 Integração de Teledeteção/Vessel Detection System (VDS)

O recurso a imagens satélite (radar) para deteção de embarcações como fonte de informação complementar, tem vindo a ser uma opção cada vez mais disponível, quer em termos de custos das imagens quer em termos das características do serviço (resolução das imagens e frequência de repetição da aquisição no mesmo setor).

Ao nível da UE, a CE em 2002 procurou promover o recurso a este tipo de tecnologias no âmbito da fiscalização da atividade de pesca, financiando um projeto europeu de I&D **IMPAST – Improved Passive and Active Satellite Technologies** (2002-2004)<sup>98</sup>. Este projeto visou promover o recurso à teledeteção junto das administrações de pesca dos estados membros e incluiu o desenvolvimento de protótipos para a integração e correlação automática de alvos detetados em imagens de radar satélite com alvos VMS (fig.4.11).

---

<sup>98</sup> Projeto IMPAST (FP5-LIFE QUALITY / Q5RS-CT-2001-02266)  
CORDIS - Improving fisheries monitoring through integrating passive and active satellite-based technologies (IMPAST)



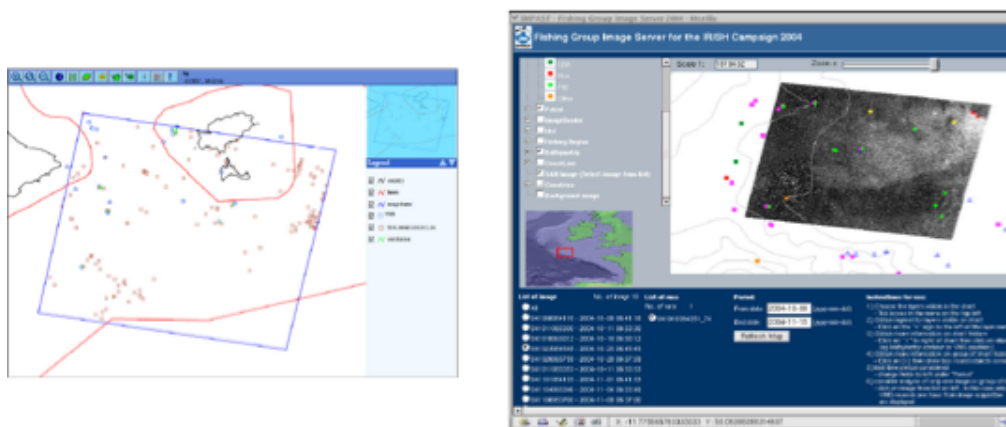


Figura 4.11 Imagens do protótipo para integração de dados VMS/VDS desenvolvido no projeto IMPAST  
Fonte: Xsealence S.A.

### VDS na legislação europeia

O regulamento (CE) nº 1461/2003 da Comissão, de 18 de Agosto de 2003 afirma que o objectivo do Sistema de Detecção de Embarcações (VDS) é:

- a) *Determinar o número de navios de pesca e sua posição em uma determinada área;*
- b) *Verificação cruzada as posições dos navios de pesca detectados pelos VDS com relatórios de posição do VMS;*
- c) *e sinalizar a possível presença de navios de pesca do qual nenhum relatório de posição foi recebido através do VMS.*

O Regulamento do Conselho nº 1966/2006, de 21 de Dezembro de 2006, prevê o uso operacional de satélites em contextos onde a relação custo-eficácia pode ser comprovada, começando em Janeiro de 2009.

De acordo com o Regulamento n.º 1224/2009, as autoridades responsáveis pelo controlo das pescas devem ter capacidade técnica para usar o VDS.

A informação que a teledeteção baseada em imagens radar atualmente permite obter, mesmo considerando as tecnologias de radar lançadas para o espaço mais recentemente, como é o caso dos dois satélites Sentinel 1, do programa europeu de observação da Terra Copernicus, lançados para o espaço em 2014 e 2016, é ainda muito limitada (i) quanto ao tipo de alvos que permite detetar (o comprimento mínimo dos navios que é possível detetar exclui grande parte das frotas de pesca), (ii)

quanto à fiabilidade da deteção (por exemplo, o mesmo navio não ser sempre detetado), (iii) a reduzida frequência de repetição de aquisições no mesmo local (desde dias até semanas entre duas fotografias do mesmo setor) e (iv) sem qualquer capacidade para identificar de forma autónoma os alvos detetados.

Ainda assim e nestas condições, a teledeteção consegue ser uma fonte complementar de alvos relevante para aferir o grau de presença humana em regiões remotas do espaço marítimo e para avaliar estratégias de fiscalização ou vigilância desses espaços.

## **5 Oportunidades de Evolução Futura dos Sistemas VMS**

### ***5.1 Meios de comunicações alternativos ao satélite (aspetos da regulação, redes de comunicações, novos modelos fiscalização)***

Como vimos anteriormente, os custos com as comunicações nos sistemas VMS são o fator com maior peso nos custos de exploração destes sistemas, podendo mesmo condicionar a sua expansão a novos segmentos de embarcação.

#### **5.1.1 Regulamentação**

Atualmente, para o espaço da União Europeia, o regulamento de execução (UE) Nº404/2011 estabelece os seguintes requisitos de comunicações para os terminais VMS que devem ser considerados quando se avaliam alternativas para as comunicações satélite:

##### *Artigo 22.º*

##### ***Periodicidade da transmissão dos dados***

- 1. Cada Estado-Membro deve assegurar que o seu CVP receba através do VMS, pelo menos uma vez de duas em duas horas, as informações referidas no artigo 19.º do presente regulamento relativas aos seus navios de pesca. O CVP pode exigir que as informações sejam comunicadas com maior frequência.*
- 2. O CVP deve ter a capacidade de identificar mediante pedido (polling) a posição real de cada um dos seus navios de pesca.*

Esta legislação aponta para a disponibilidade permanente do canal de comunicações entre a embarcação e o CVP. Esta condição pode ser assegurada, recorrendo a

múltiplos meios de comunicações integrados no terminal, com utilização gerida automaticamente pelo equipamento VMS, em função da cobertura e dos custos das comunicações.

### **5.1.2 Licenciamento**

Adicionalmente, na avaliação de meios de comunicação alternativos passíveis de integração no terminal VMS, é necessário atender aos normativos legais a que estão sujeitos os equipamentos de comunicações instalados a bordo de embarcações.

Assim, é necessário assegurar que a tecnologia que se pretende integrar, cumpre as exigências do processo de autorização de utilização do espectro a bordo, determinadas pela autoridade reguladora do sector das telecomunicações bem como as exigências do processo de certificação da navegabilidade da estação de comunicações móveis, da responsabilidade das autoridades marítimas competentes do Estado da bandeira da embarcação.

### **5.1.3 Redes de comunicações alternativas**

Associado ao mercado da Internet das Coisas (IoT) ou das redes móveis veiculares, vão surgindo propostas de novas redes de comunicações, explorando conceitos das redes ad-hoc, auto-organizadas ou redes mesh.

Considerando a forma como uma frota de pesca se distribui geograficamente no espaço marítimo e os percursos que diariamente efetua (fig. 5.1), podemos fazer a analogia com uma topologia de rede em que cada embarcação representa um nó da infraestrutura. Estes nós podem ligar-se diretamente, de forma dinâmica e não hierárquica a quaisquer outros nós e cooperarem para encaminharem de forma eficiente dados do terminal VMS para o CVP.

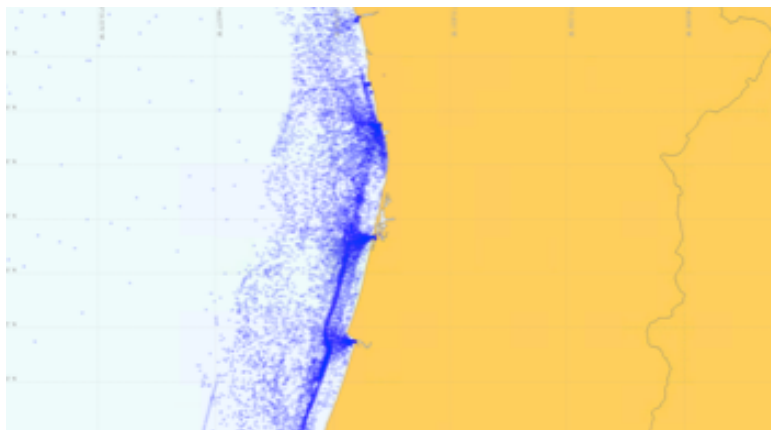


Figura 5.1 Mapa com distribuição dos locais das transmissões VMS  
Fonte: DGRM – Sistema MONICAP

## ***5.2 Novos segmentos de embarcações (impacto nas soluções tecnológicas)***

O sucesso da eficácia que os sistemas VMS demonstraram como ferramentas de monitorização, controlo e vigilância da pesca, levou por um lado, a que o número de países costeiros com sistemas VMS em operação fosse crescendo sustentadamente, e por outro, a que o universo de embarcações abrangidas fosse alargado a segmentos de embarcações sucessivamente menores.

A título de exemplo, na UE a obrigação da instalação de terminais VMS começou por se aplicar a embarcações de pesca com mais de 24 metros fora a fora. Posteriormente, a partir de 2004 foi alargada a embarcações maiores de 18 metros, em 2005 a maiores de 15 metros<sup>99</sup> e desde 2012 esta obrigação foi alargada a embarcações com comprimentos máximos maiores de 12 metros<sup>100</sup>.

As embarcações motorizadas com menos de 12 metros representam a nível mundial, cerca de 86% do total da frota<sup>101</sup>. Em Portugal representam 90% da frota nacional com cerca de 8000 embarcações.

---

<sup>99</sup> REGULAMENTO (CE) N.º 2244/2003

<sup>100</sup> REGULAMENTO (CE) N.º 1224/2009

<sup>101</sup> Vide secção “2.1.4 Caracterização da frota de pesca mundial”

### **5.2.1 Monitorização das embarcações de pesca artesanal**

Atualmente já se fazem as primeiras experiências de monitorização com terminais de monitorização adaptados para instalação em embarcações de pesca artesanal.

As embarcações de menores dimensões, apresentam um conjunto de desafios tecnológicos novos para os terminais VMS, pois tratam-se de embarcações tipicamente sem gerador de energia, sem cabine e com um desenho que dificulta a instalação de equipamentos e antenas de comunicações.

Por outro lado, a pesca artesanal está associada a frotas muito mais numerosas, o que exige, para serem viáveis, soluções de terminais de custo reduzido e custos com comunicações residuais.

### **5.2.2 Modelos de fiscalização**

À medida que a utilização do VMS se estende a embarcações de menores dimensões e mais numerosas, dedicadas à pesca local em águas interiores ou territoriais (< 12 milhas náuticas) é expectável que ocorra alguma adaptação na regulamentação de monitorização e controlo, e a consequente simplificação nos requisitos de comunicações VMS, que viabilize, por exemplo, o recurso a canais de comunicações de alcance limitado.

Neste modelo, os terminais VMS poderiam acumular internamente os dados até se encontrarem dentro da área de cobertura rádio do sistema de comunicações utilizado.

Embora sacrificando a capacidade de monitorização em tempo real, permite reduzir os custos de exploração e aumentar a informação e o conhecimento disponíveis sobre a atividade, essenciais para as tarefas de conservação e gestão sustentável da atividade de pesca local.

### 5.2.3 Redes de comunicações públicas sem custos

Por outro lado, a previsível modernização das infraestruturas portuárias com vista à melhoria das condições de apoio à náutica de recreio ou as iniciativas associadas às “cidades inteligentes”, permitem perspetivar a “wi-fização” de partes das zonas costeiras que poderá também ser explorada neste contexto.

## 5.3 *Integração com futuros Sistemas de Monitorização do Espaço Marítimo*

A importância das comunicações móveis satélite no espaço marítimo, está bem demonstrada pelo seu atual uso generalizado em sistemas de comunicações de emergência e localização automática (VMS, GMDSS (componente *comsat*), LRIT<sup>102</sup>, SSAS<sup>103</sup>, COSPAS-SARSAT, SAT-AIS<sup>104</sup>) bem como pela crescente adoção pela indústria de transporte marítimo, como infraestrutura de suporte às suas estratégias de transformação digital do negócio.

---

<sup>102</sup> LRIT - *Long Range Identification and Tracking of ships*

Sistema de seguimento de navios por satélite (posição e identificação).

Estabelecido pela Resolução da OMI MSC.202(81) de 2006 que introduz o regulamento 19-1 como emenda à convenção SOLAS (cap. V).

<sup>103</sup> SSAS - *Ship Security Alert System*

Resolução OMI MSC.136(76) de 2002.

<sup>104</sup> SAT-AIS – *Satellite - Automatic Identification System*

Solução para seguimento de terminais AIS baseada em satélites, permitindo ultrapassar as limitações do alcance horizontal das comunicações VHF do sistema AIS (até cerca de 40 milhas náuticas / 70 km).

A ESA, em parceria com a Agência Europeia de Segurança Marítima (AESM/EMSA), sediada em Lisboa, está a promover um sistema europeu de SAT-AIS (Programa ESA ARTES).

ESA – ARTES, SATELLITE – AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (SAT-AIS) OVERVIEW

### 5.3.1 Transponders universais

Paralelamente ao percurso realizado pelos sistemas VMS para a monitorização da atividade marítima no contexto da pesca, a OMI, através das suas convenções, foi introduzindo na indústria marítima outros sistemas de localização e identificação automática de navios. O sistema AIS de curto alcance, desde 2004 e o sistema LRIT de longo alcance, a partir de 2008, foram instrumentais na progressiva mudança de paradigma da monitorização da atividade marítima, i.e., inexistente quando fora do alcance dos sistemas de vigilância costeiros.

Num contexto de crescentes requisitos para a monitorização e controlo da atividade humana no espaço marítimo, pressionados pelas novas jurisdições e novos usos, faz sentido antecipar o conceito de transponder universal, que permita satisfazer um universo mais abrangente de regulamentações marítimas, nomeadamente as relativas a:

- Salvaguarda da vida no mar;
- Monitorização de atividades económicas;
- Monitorização e proteção ambiental;
- Gestão de tráfego marítimo<sup>105</sup>.

Neste desiderato, as aprendizagens que a implantação dos sistemas VMS proporcionou e as soluções tecnológicas encontradas, permitem considerar num futuro modelo de monitorização e controlo do tráfego no espaço marítimo, a oportunidade de evolução e extensão das tecnologias VMS a novos segmentos de atividade no espaço marítimo.

---

<sup>105</sup> *Marine Electronic Highway (MEH)*

Projeto de demonstração promovido pela OMI.

OMI – Marine electronic highway IT systems handed over to Indonesia as Straits of Malacca and Singapore MEH comes closer to fruition



### 5.3.2 Serviço universal de localização e identificação de navios

Considerando que o espaço marítimo ocupa 70% da superfície do globo, percebe-se que o recurso a satélites é particularmente eficaz para estabelecer cobertura rádio para a prestação de serviços de telecomunicações, neste território plano e com ocupação de muito baixa densidade.

No mesmo futuro modelo de monitorização e controlo do tráfego no espaço marítimo, é possível antever a vantagem em investir em capacidade específica a bordo das futuras constelações satélite, com *transponders* dedicados a este objetivo, para poder oferecer serviços de monitorização universais que podem ser prestados às entidades que o requeiram, sem necessitarem de investir individualmente em infraestruturas terrestres de deteção e identificação.

Em suporte deste cenário vale a pena referir a mais recente constelação de satélites da Iridium Communications, como exemplo concreto de rentabilização da carga útil dos satélites, através da integração de transponders de terceiros em novas constelações. Caso em que os consórcios ExactEarth/Harris Corp.<sup>106</sup> e Aireon/Harris Corp.<sup>107</sup> puderam instalar a bordo da nova constelação *Iridium Next*, transponders de AIS e ADS-B<sup>108</sup> respetivamente.

---

<sup>106</sup> “ExactEarth and Harris Corporation have formed an alliance to build 58 hosted payloads covering the maritime Very High Frequency (VHF) band on the Iridium Next constellation.” [Via Satellite 06-08-2015].

HENRY – Harris, exactEarth to Build 58 AIS Hosted Payloads into Iridium Next, Via Satellite

<sup>107</sup> “Part of the Iridium NEXT satellite constellation, Aireon’s space-based ADS-B network will transform air traffic management (ATM) capabilities, providing real-time air traffic surveillance and flight tracking across 100 percent of the planet. Currently, more than 70 percent of the earth, including oceanic and remote airspace, has no existing air traffic surveillance.” [Intelligent-Aerospace 06-08-2015].

HOWARD – Aireon hosted payload on Iridium satellites taps Harris hardware to transform air traffic management, Intelligent Aerospace

<sup>108</sup> ADS-B - Automatic Dependent Surveillance-Broadcast

Futuro sistema de seguimento de aeronaves, a ser introduzido gradualmente nos sistemas de controlo de tráfego aéreo, como alternativa/substituição ao radar, baseado na transmissão automática pela aeronave da sua identificação e coordenadas GNSS, em tempo real, através de um transponder a operar nos 1080 MHz.

## 6 Conclusões

### *6.1 Revisitando objetivos da dissertação*

Em jeito de enquadramento das considerações finais que se seguem, proponho recordar para balanço, os objetivos enunciados para esta dissertação :

- Contribuir com este trabalho para a divulgação e sensibilização da comunidade académica para o enorme potencial de oportunidades de criação de valor que o universo marítimo encerra;
- Homenagear o papel pioneiro à escala mundial do estado português no recurso a tecnologias de navegação e comunicação via satélite para a monitorização da atividade de pesca;
- Divulgar este exemplo de inovação tecnológica de base nacional e de referência internacional, na esperança de que possa inspirar as gerações que estão neste momento a fazer os seus percursos académicos.

## ***6.2 Monitorização e controlo da atividade humana no espaço marítimo***

Embora os sistemas VMS tenham surgido para dar resposta aos problemas da pesca é importante ter presente que estes são apenas uma parte do tema maior da conservação e gestão sustentável dos oceanos. O aquecimento global, a redução do pH das águas dos oceanos (acidificação) ou a contaminação da cadeia alimentar por microplásticos, são ameaças de escala global e com origem no espaço terrestre, bem mais complexas e difíceis de mitigar e com efeitos negativos transversais e duradouros.

Por outro lado, os desafios da sustentabilidade da atividade de pesca, o aumento exponencial da população, as crescentes disputas pelo acesso aos recursos naturais bem como os riscos e exigências dos novos usos do espaço marítimo<sup>109</sup>, tornam prementes a introdução de medidas de regulação e controlo da atividade humana no espaço marítimo, mais exigentes e abrangentes.

As soluções tecnológicas desenvolvidas para a monitorização e controlo das pescas, têm o mérito de já terem sido aplicadas e validadas à escala global e por isso melhor preparadas para verem o seu âmbito de aplicação ser alargado com sucesso a outras áreas da atividade humana no espaço marítimo.

## ***6.3 Relevância das TICE para o mar***

Com o desenvolvimento global da economia azul, acelerado pelos crescentes investimentos públicos alocados a este tema, já se antecipam e planeiam um conjunto de novas atividades económicas no espaço marítimo, que à semelhança da atividade de pesca, vão gerar **novas pressões** sobre:

- A proteção ambiental dos oceanos;
- Segurança marítima;
- Sustentabilidade da atividade humana no espaço marítimo.

---

<sup>109</sup> VIVERO - Forecasting Geopolitical Risks: Oceans as Source of Instability. Marine Policy

Destas pressões resultarão **novas exigências** de regulação, fiscalização, controlo e coordenação das atividades desenvolvidas no Mar, por parte das autoridades públicas responsáveis por assegurar os objetivos enumerados, nas respetivas jurisdições.

Por outro lado e em resposta a estas novas exigências, exige-se conhecer e investigar os oceanos para os investimentos em curso em sistemas de observação e monitorização dos oceanos, com sensores dedicados a um conjunto cada vez mais diverso de parâmetros:

- Ambientais;
- Meteorológicos;
- Recursos naturais vivos e não vivos;
- Recursos energéticos;
- Atividade humana (emersa e imersa);

permitem antecipar a **profusão de dados** que irão produzir bem como a cada vez maior disponibilidade em plataformas de informação públicas com repositórios de dados sobre as diferentes dimensões dos espaços marítimos.

Estas três condições:

- Novos usos;
- Novas exigências e;
- Novas e profusas fontes de dados sobre o espaço marítimo;

permitem antever a **oportunidade e a relevância do papel** que muito dos atuais nomes sonantes das tecnologias de informação, comunicação e eletrónica (**TICE**) **podem ter no Mar**, nomeadamente:

- *Big Data*;
- *IoT*;
- Cibersegurança
- *Data security*;
- *Data analytics*;
- *Cloud Computing*;
- *Machine learning*;
- *Data mining*;
- *Data fusion*;
- ...

#### ***6.4 O mar como oportunidade de desenvolvimento económico novo***

No contexto da proposta de extensão fabulosa da plataforma continental e da viragem do país ao mar que tanto ouvimos proclamar no discurso público, devemos reconhecer que é mais do estado a obra feita.

Como na epopeia dos descobrimentos, o estado pode liderar para organizar e mobilizar a sociedade civil em torno de um objetivo partilhado de desenvolvimento nacional.

Resta à comunidade em geral e aos espíritos empreendedores em particular, perscrutar o mérito desta aposta estratégica e escolher como participar nesta construção de uma fileira de desenvolvimento económico novo.

É que afinal, no mar ainda está tudo por fazer!

De novo, como na epopeia dos descobrimentos, os mares e os oceanos esperam por quem lá chegar primeiro e nesse objetivo não estamos sozinhos, muito menos adiantados.

(...)

*E ao imenso e possível oceano*

*Ensinam estas Quinas, que aqui vês,*

*Que o mar com fim será grego ou romano:*

*O mar sem fim é português.*

(...)

Extrato de “Padrão” in Mensagem.

Fernando Pessoa

13-9-1918

Lisboa

## 7 Referências Bibliográficas

Esta lista de referências foi elaborada conforme a norma portuguesa NP 405 que estabelece, entre outras, a ordenação alfabética das referências bibliográficas por autor ou título quando o autor não esteja identificado.

BBC NEWS - **Galileo: Funding pledge for UK rival to EU sat-nav system** [Em linha]. Londres: BBC News, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.bbc.com/news/science-environment-45314954>>.

BOYLE, Alan – *FCC OKs SpaceX's plan for 7,500 satellites in very low Earth orbit (and its rivals' plans)*, **GeekWire** [Em linha]. Seattle, Washington, EUA: GeekWire, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.geekwire.com/2018/fcc-oks-spacexs-plan-7500-satellites-low-earth-orbit-plus-rival-constellations/>>.

CAMERON, Alan – *The current state of the Defense, Security and Government PNT sector*, **GPS World** [Em linha]. Cleveland, Ohio, EUA: North Coast Media, Ago. 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://gpsworld.com/the-current-state-of-the-defense-security-and-government-pnt-sector/>>.

COMISSÃO EUROPEIA – **A Política Comum das Pescas** [Em linha]. Bruxelas: CE, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://ec.europa.eu/fisheries/cfp\\_pt](https://ec.europa.eu/fisheries/cfp_pt)>.

COMISSÃO EUROPEIA – **Agência Europeia do Controlo das Pescas (AECP)** [Em linha]. Bruxelas: CE, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efca\\_pt](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efca_pt)>.

COMISSÃO EUROPEIA – **Copernicus, Europe's eyes on Earth** [Em linha]. Bruxelas: CE, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.copernicus.eu/en>>.

COMISSÃO EUROPEIA – **Galileo, Galileo Search and Rescue** [Em linha]. Bruxelas: CE, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/sar\\_pt](https://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/sar_pt)>.

COMISSÃO EUROPEIA – **Galileo, Galileo services and applications** [Em linha]. Bruxelas: CE, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[http://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo\\_pt](http://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo_pt)>.

COMMUNITY RESEARCH AND DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE (CORDIS) – **Improving fisheries monitoring through integrating passive and active satellite-based technologies (IMPAST)** [Em linha]. Luxemburgo: CORDIS, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://cordis.europa.eu/project/rcn/63155/factsheet/en>>.

COMMUNITY RESEARCH AND DEVELOPMENT INFORMATION SERVICE (CORDIS) – **Secure and Harmonised European Electronic Logbook (SHEEL)** [Em linha]. Luxemburgo: CORDIS, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://cordis.europa.eu/project/rcn/73888/factsheet/en>>.

CONGRESSO DOS EUA – **H.R.2810 - National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2018** [Em linha]. Wasington, D.C., EUA: Congresso dos EUA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/2810/text/enr#toc-H80C11496DEF546C4AE17854F877F1DE3>>.

COSPAS-SARSAT – **Transition to MEOSAR** [Em linha]. Montreal, Quebec, Canadá: COSPAS-SARSAT, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[http://www.cospas-sarsat.int/images/content/articles/Transition\\_to\\_MEOSAR.pdf](http://www.cospas-sarsat.int/images/content/articles/Transition_to_MEOSAR.pdf)>.

CUBESAT – **The CubeSat Program** [Em linha]. San Luís Obispo, Califórnia, EUA: California Polytechnic State University - Aerospace Engineering Dept., 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.cubesat.org/about/>>.

DAVIES, R.W.D. [et al.] – *Defining and estimating global marine fisheries bycatch. Marine Policy* [Em linha]. 33 (2009) 661-672. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[http://wwf.panda.org/wwf\\_news/?160861/Defining-and-estimating-global-marine-fisheries-bycatch](http://wwf.panda.org/wwf_news/?160861/Defining-and-estimating-global-marine-fisheries-bycatch)>. DOI:10.1016/j.marpol.2009.01.003.

DIREÇÃO-GERAL DOS RECURSOS NATURAIS, SEGURANÇA E SERVIÇOS MARÍTIMOS – **Funções e Atribuições** [Em linha]. Lisboa: DGRM, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.dgrm.mm.gov.pt/web/guest/dgrm-competencias-e-organica>>.

DIREÇÃO-GERAL DOS RECURSOS NATURAIS, SEGURANÇA E SERVIÇOS MARÍTIMOS – **SIFICAP** [Em linha]. Lisboa: DGRM, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL: <https://www.dgrm.mm.gov.pt/web/guest/pesca-fisc-sificap> >.

ESTRUTURA DE MISSÃO PARA A EXTENSÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL – **Missão** [Em linha]. Lisboa: EMEPC, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.emepc.pt/missao>>.

EUR-LEX – **Sínteses da legislação da UE, Regime de controlo das pescas da UE** [Em linha]. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1532963479151&uri=LEGISSUM%3Ape0012>>.

EUROPEAN GNSS AGENCY – ***Galileo is the European global satellite-based navigation system*** [Em linha]. Praga: GSA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/galileo/galileo-european-global-satellite-based-navigation-system>>.

EUROPEAN GNSS AGENCY – ***2017 GNSS Market Report, Issue 5*** [Em linha]. Praga: GSA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.gsa.europa.eu/2017-gnss-market-report>>.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ***ARTES, SATELLITE – AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (SAT-AIS) OVERVIEW*** [Em linha]. Frascati, Itália: ESA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://artes.esa.int/sat-ais/overview>>.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ***CanSat*** [Em linha]. Frascati, Itália: ESA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.esa.int/Education/CanSat>>.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ***ESA CanSat 2018*** [Em linha]. Frascati, Itália: ESA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://www.esa.int/por/ESA\\_in\\_your\\_country/Portugal/A\\_competicao\\_europeia\\_CanSat\\_tera\\_lugar\\_nas\\_ilhas\\_dos\\_Acores](https://www.esa.int/por/ESA_in_your_country/Portugal/A_competicao_europeia_CanSat_tera_lugar_nas_ilhas_dos_Acores)>.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ***Satellite Missions, TIMATION*** [Em linha]. Frascati, Itália: ESA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/t/timation>>.

FLEWWELLING, P. [et al.] – ***Recent Trends in Monitoring, Control and Surveillance Systems for Capture Fisheries (FAO Fisheries Technical Paper. No. 415)*** [Em linha]. Roma: FAO, 2002. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/y4411e/y4411e00.pdf>>. ISSN 0429-9345.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – ***FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*** [Em linha]. Roma: FAO, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.fao.org/fishery/publications/technical-guidelines/en>>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – ***FAO - The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*** [Em linha]. Roma: FAO, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.fao.org/3/i9540en/i9540EN.pdf>>. ISBN 978-92-5-130562-1>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – ***International Guidelines on Bycatch Management and Reduction of Discards*** [Em linha]. Roma: FAO, 2011. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.fao.org/docrep/015/ba0022t/ba0022t00.htm>>. ISBN 978-92-5-006952-4.

FROESE, Rainer [et al.] – ***Exploitation and status of European stocks*** [Em linha]. Madrid: Fundacion Oceana, 2016. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://eu.oceana.org/sites/default/files/stockstatusreport\\_newversion\\_0\\_0.pdf](https://eu.oceana.org/sites/default/files/stockstatusreport_newversion_0_0.pdf)>.

GOVERNO DA REPÚBLICA PORTUGUESA – ***Portugal e China criam laboratório para o espaço e os oceanos*** [Em linha]. Lisboa: GOV.PT, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/noticia?i=portugal-e-china-criam-laboratorio-para-o-espaco-e-os-oceanos>>.



GOVERNO DO CANADÁ – **Medium Earth Orbit Search and Rescue** [Em linha]. Canadá: CANADA.CA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://dgpaapp.forces.gc.ca/en/defence-capabilities-blueprint/project-details.asp?id=996>>.

GOVERNO DOS EUA – **GPS.GOV, New civil Signals** [Em linha]. Washington, EUA: GPS.GOV, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.gps.gov/systems/gps/modernization/civilsignals/>>.

GOVERNO DOS EUA – **GPS.GOV, Program Funding** [Em linha]. Washington, EUA: GPS.GOV, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.gps.gov/policy/funding/>>.

GOVERNO DOS EUA – **GPS.GOV, Space Segment, Current and Future Satellite Generations** [Em linha]. Washington, EUA: GPS.GOV, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.gps.gov/systems/gps/space/#generations>>.

HEFFERNAN, Olive – *U.N. Makes a Bold Move to Protect Marine Life on the High Seas*. **Scientific American** [Em linha]. Nova Iorque, EUA: Scientific American, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.scientificamerican.com/article/u-n-makes-a-bold-move-to-protect-marine-life-on-the-high-seas/>>.

HENRY, Caleb – *Harris, exactEarth to Build 58 AIS Hosted Payloads into Iridium Next*. **Via Satellite** [Em linha]. Rockville, Maryland, EUA: Access Intelligence LLC, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.satellitetoday.com/innovation/2015/06/08/harris-exactearth-to-build-58-ais-hosted-payloads-into-iridium-next/>>.

HOWARD, Courtney E. – *Aireon hosted payload on Iridium satellites taps Harris hardware to transform air traffic management*. **Intelligent Aerospace** [Em linha]. Tulsa, Oklahoma, EUA: PennWell Corporation, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.intelligent-aerospace.com/articles/2017/01/aireon-hosted-payload-on-iridium-satellites-taps-harris-hardware-to-transform-air-traffic-management.html>>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – **Esforço de Pesca** [Em linha]. Lisboa: INE, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://smi.ine.pt/Conceito/Detalhes/5119?voltar=1>>.

INTERNATIONAL SEABED AUTHORITY – **ISA Homepage** [Em linha]. Kingston, Jamaica: ISA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.isa.org>>.

MINISTÉRIO DOS NEGÓCIOS ESTRANGEIROS – **Relatório nacional sobre a implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável – PORTUGAL** [Em linha]. Nova Iorque, EUA: MNE-PT, 2017. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15771Portugal2017\\_PT\\_REV\\_FINAL\\_28\\_06\\_2017.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15771Portugal2017_PT_REV_FINAL_28_06_2017.pdf)>.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – **Space Debris and Human Spacecraft** [Em linha]. Washington, D.C., EUA: NASA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/news/orbital\\_debris.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html)>.

NATIONAL MARINE ELECTRONICS ASSOCIATION – **NMEA Homepage** [Em linha]. Severna Park, Maryland, EUA: NMEA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.nmea.org>>.

NOAA FISHERIES – **Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act - Public Law 94-265** [Em linha]. 2ª ed. Silver Spring, Maryland, EUA: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 2007. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.fisheries.noaa.gov/webdam/download/55860982>>.

NOVATEL INC. – **An introduction to GNSS - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems**. 2ª ed. Calgary, Alberta, Canadá: Novatel, 2015. 15 p. ISBN: 978-0-9813754-0-3.

OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – **United Nations Office for Outer Space Affairs** [Em linha]. Viena, Áustria: UN OOSA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.unoosa.org>>.

OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – **United Nations Registry of Space Objects - Online Index of Objects Launched into Outer Space** [Em linha]. Viena, Áustria: UN OOSA, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.unoosa.org>>.

ONEWEB SATELLITES – **Revolutionizing the Economics of Space** [Em linha]. Arlington, Virgínia, EUA: OneWeb, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://onewebsatellites.com/>>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e o Acordo Relativo à Aplicação da Parte XI da mesma Convenção** [Em linha]. Lisboa: Ministério Público, 1997. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: URL:<http://www.ministeriopublico.pt/instrumento/convencao-das-nacoes-unidas-sobre-o-direito-do-mar-e-o-acordo-relativo-aplicacao-da-5>>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – **2015 Time for Global Action for People and Planet – Sustainable Development Goals FACT SHEET** [Em linha]. Nova Iorque, EUA: ONU, 2015. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/8326Factsheet\\_SummitPress\\_Kit\\_final.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/8326Factsheet_SummitPress_Kit_final.pdf)>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – **World Population Prospects 2017** [Em linha]. Nova Iorque, EUA: ONU, 2017. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://population.un.org/wpp/DataQuery>>.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL – **History of SOLAS (The International Convention for the Safety of Life at Sea)** [Em linha]. Londres: OMI, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ReferencesAndArchives/HistoryofSOLAS/Pages/default.aspx>>.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL – **List of IMO Conventions** [Em linha]. Londres: OMI, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/Default.aspx>>.

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL – **Marine electronic highway IT systems handed over to Indonesia as Straits of Malacca and Singapore MEH comes closer to fruition** [Em linha]. Londres: OMI, 2012. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/29-MEH.aspx#.XDXsls\\_7RTY](http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/29-MEH.aspx#.XDXsls_7RTY)>.

PETOFALVI, M. – **Integrated fisheries data management programme, Phase 1: fisheries control and monitoring** [Em linha]. Bruxelas: DGMARE, 2013. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL: >.

SMITH, Ryan – *Nearly Half the Patents on Marine Genes Belong to Just One Company*. **Smithsonian Magazine** [Em linha]. Washington, D.C., EUA: The Smithsonian Institute, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.scientificamerican.com/article/u-n-makes-a-bold-move-to-protect-marine-life-on-the-high-seas/>>.

UNION OF CONCERNED SCIENTISTS – **UCS Satellite Database** [Em linha]. Cambridge, Massachusetts, EUA: UCS, 2018. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:<https://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database#.W3vyTpNKh25>>.

VIVERO, Juan, RODRÍGUEZ MATEOS, Juan - *Forecasting Geopolitical Risks: Oceans as Source of Instability*. **Marine Policy** [Em linha]. 75 (2017) 19-28. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[https://www.researchgate.net/publication/309349651\\_Forecasting\\_geopolitical\\_risks\\_Oceans\\_as\\_source\\_of\\_instability](https://www.researchgate.net/publication/309349651_Forecasting_geopolitical_risks_Oceans_as_source_of_instability)>. DOI:10.1016/j.marpol.2016.10.009

WORLD ECONOMIC FORUM – **The New Plastics Economy, Rethinking the future of plastics** [Em linha]. Génova, Suíça: World Economic Forum, 2016. [Consult. 21 out. 2018]. Disponível na Internet: <URL:[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)>.